Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano

ESTATUS POBLACIONAL Y NOTAS SOBRE LA ECOLOGIA REPRODUCTIVA DE LAS PELECANIFORMES DEL PARQUE NACIONAL NATURAL LOS CORALES DEL ROSARIO, CARIBE COLOMBIANO

Trabajo de Grado presentado a la Facultad de Biología Marina para optar al título de Biólogo Marino

Daniel Mauricio Palacios Vargas

Santafé de Bogotá
1994

Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano

ESTATUS POBLACIONAL Y NOTAS SOBRE LA ECOLOGIA REPRODUCTIVA DE LAS PELECANIFORMES DEL PARQUE NACIONAL NATURAL LOS CORALES DEL ROSARIO, CARIBE COLOMBIANO

Daniel Mauricio Palacios Vargas

Director:
Luis Germán Naranjo, Ph.D.
Departamento de Biología
Universidad del Valle

Santafé de Bogotá

1994

*"**H**ay quien obedece a sus propias reglas*
porque se sabe en lo cierto;
quien cosecha un especial placer
en hacer algo bien; quien adivina
algo más que lo que sus ojos ven;
quien prefiere Volar a comprar y comer..."

Tomado de ***J****uan* ***S****alvador*
G*aviota*
de Richard Bach

A mis padres, Rafael y Gloria,
a quienes debo todo

AGRADECIMIENTOS

Este estudio se llevó a cabo gracias al soporte y hospitalidad de Rafael Vieira y del Centro de Investigaciones, Educación y Recreación, CEINER, en el Parque Nacional Natural "Los Corales del Rosario".

La desinteresada colaboración y orientación del Dr. Luis Germán Naranjo como director de tesis fue decisiva en la culminación de este proyecto. También le agradezco el haber puesto a mi disposición su biblioteca personal, su computador y el programa NCSS para el tratamiento estadístico de los datos.

Agradezco particularmente a Stella Romero y a Nancy López, quienes colectaron los datos y observaciones del período Febrero-Mayo de 1992; también agradezco los aportes y discusiones sobre el tema de León Esteban Cadavid. Carlos A. Bohórquez proporcionó orientación inicial e importante literatura. Luz E. Sánchez participó en varias visitas del período de muestreo Agosto-Diciembre de 1992.

La Organización Alcatraz proporcionó el transporte entre Cartagena y el PNNCR de manera gratuita en innumerables ocasiones.

En Cali agradezco a Mario A. Rojas y a Maria Fernanda Cubillos por su hospitalidad y apoyo espiritual. A Lilián Flórez-González, Juan Capella y Beatriz Rengifo por su colaboración y consejos.

Sarita Kendall aportó comentarios para mejorar la versión en Inglés del Resumen.

Finalmente, agradezco el inmenso apoyo y esfuerzo de mis padres durante todos estos años para que yo pudiera salir adelante.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN

ABSTRACT **Pág.**

1. INTRODUCCION **1**

1.1 Las Pelecaniformes Marinas del Caribe Colombiano 3

1.2 Biología y Ecología Reproductiva de la Fragata Real y del Pelícano Pardo 6

1.2.1 Fragata Real 6

1.2.2 Pelícano Pardo 9

2. AREA DE ESTUDIO **12**

2.1 Ubicación y Descripción del Sitio 12

2.2 Descripción General del Area 14

2.3 Clima 16

2.4 Vegetación 19

2.5 Oceanografía 20

3. MATERIALES Y METODOS **22**

3.1 Recolección de los Datos 22

3.2 Análisis de los Datos 24

4. RESULTADOS **26**

4.1 Monitoreo Poblacional 26

4.1.1 Fragata Real 26

4.1.2 Pelícano Pardo 29

4.1.3 Piquero Patiamarillo 29

4.2 Observaciones Sobre la Ecología Reproductiva de las Especies 32
4.2.1 Fragata Real 32
4.2.2 Pelícano Pardo 34
4.2.3 Piquero Patiamarillo 34
5. DISCUSION 35
5.1 Monitoreo Poblacional 35
5.1.1 Fragata Real 35
5.1.2 Pelícano Pardo 38
5.1.3 Piquero Patiamarillo 40
5.2 Observaciones Sobre la Ecología Reproductiva de las Especies 41
5.2.1 Fragata Real 41
5.2.2 Pelícano Pardo 46
5.2.3 Piquero Patiamarillo 47
5.3 Inferencias Acerca del Proceso de Deterioro de la Colonia 48
6. CONCLUSIONES 54
7. RECOMENDACIONES 56
7.1 A Nivel Metodológico y de Investigación 56
7.2 A Nivel de Conservación 57
LITERATURA CITADA 60

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Censos de fragatas reales (*Fregata magnificens)* para el período Febrero-Mayo de 1992, en la colonia de Isla Skandia, PNNCR. 27

Tabla 2. Censos de fragatas reales (*Fregata magnificens)* para el período Agosto-Noviembre de 1992, en la colonia de Isla Skandia, PNNCR..... 28

Tabla 3. Resultados de la prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney para el número de individuos de *Fregata magnificens* de cada grupo de edad y sexo, y del total, entre los períodos Febrero-Mayo y Agosto-Noviembre de 1992. 30

Tabla 4. Censos de pelícanos pardos (*Pelecanus occidentalis)* y piqueros patiamarillos (*Sula leucogaster)* para el período Agosto-Noviembre de 1992, en la colonia de Isla Skandia, PNNCR. 31

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1a. Localización del Complejo de Pajarales en el Parque Nacional Natural Corales del Rosario (PNNCR), Caribe colombiano. 13

Figura 1b. Ubicación de Isla Skandia en el Complejo de Pajarales..... 13

Figura 2. Lado sureste de Isla Skandia, en el Parque Nacional Natural Corales del Rosario.15

Figura 3. Aspecto de la colonia de aves marinas Pelecaniformes de Isla Skandia (Diciembre de 1992). 15

Figura 4. Diagramas ombrotérmicos de Gaussen según las estaciones de la Escuela Naval (1954-1982) y del Aeropuerto Rafael Núñez (1941-1987), Cartagena..... 18

Figura 5. Histograma del número de machos, hembras y juveniles de *Fregata magnificens* en la colonia de Isla Skandia, PNNCR, para cada visita del período Febrero-Mayo de 1992. 27

Figura 6. Histograma del número de machos, hembras y juveniles de *Fregata magnificens* en la colonia de Isla Skandia, PNNCR, para cada visita del período Agosto-Noviembre de 1992. 28

Figura 7. Histograma del número de *Pelecanus occidentalis* y *Sula leucogaster* en la colonia de Isla Skandia, PNNCR, para cada visita del período Agosto-Noviembre de 1992. 31

Figura 8. Composición de la población de aves marinas Pelecaniformes de la colonia de Isla Skandia, PNNCR, durante 1992. 33

Figura 9. Ciclo reproductivo de *Fregata magnificens* en Isla Skandia, PNNCR, en relación con el régimen de precipitación de la región (Julio de 1991-Junio de 1993) 43

Figura 10. Restos del islote de manglar "Pajarales" (lugar donde antiguamente se establecía la colonia), en Diciembre de 1992. 51

RESUMEN

Entre los períodos Febrero-Mayo y Agosto-Diciembre de 1992 se estudió una colonia reproductiva de aves marinas Pelecaniformes que se establece en los manglares Isla Skandia, Parque Nacional Natural "Los Corales del Rosario". Desde un kayak se realizaron censos semanales y se observó el ciclo reproductivo de las especies. El tamaño promedio de la colonia fue 110 aves, de las cuales 81% fueron fragatas reales (*Fregata magnificens*), 10% pelícanos pardos (*Pelecanus occidentalis*), y 9% piqueros patiamarillos (*Sula leucogaster*). El tamaño de la colonia presenta una alta variación a corto término (días), una estabilidad a mediano término (un ciclo reproductivo o un año), y un proceso de declinación a largo término (varios años). La colonia se ha reducido en más de un 50% desde 1979, cuando las aves se establecían en el cercano Islote Pajarales, el cual desapareció gradualmente por causas humanas y naturales. *F. magnificens* y *P. occidentalis* parecen tener ciclos reproductivos anuales en esta colonia, en temporadas que se superponen. El ciclo reproductivo se iniciaría, con el cortejo de los machos, en Agosto-Septiembre, un poco antes del máximo pico de precipitación (Octubre). Sin embargo, el nacimiento de los polluelos y sus primeros meses de desarrollo estarían sincronizados con la estación seca (Diciembre-Abril). *S. leucogaster* aparentemente no se reproduce en el área, utilizando la colonia para pernoctar y reposar. La actividad anual de anidamiento de *F. magnificens* en esta colonia sugiere que Isla Skandia puede ser un sitio importante para la reproducción de la población de esta especie, que se distribuye en varias agregaciones no reproductivas en el litoral Caribe de Colombia. El tamaño de las agregaciones de Pelecaniformes en esta costa parece ser comparativamente pequeño, probablemente por limitaciones en la abundancia de alimento. La degradación del hábitat (tala de manglar) y la interferencia humana amenazan la colonia. Fuertes medidas de conservación deben ser implementadas, puesto que hasta el momento es el único sitio de anidamiento reportado para *F. magnificens* en el litoral continental del Caribe colombiano. Se recomienda continuar los monitoreos poblacionales a largo término, establecer un programa de marcaje y anillamiento, y estudiar la biología reproductiva y alimenticia de las especies.

ABSTRACT

Population Status and Notes on the Breeding Ecology of the Marine Pelecaniformes of the "Corales del Rosario" National Park — A colony of Pelecaniform seabirds was surveyed between February-May and August-December 1992, on Isla Skandia, in the "Corales del Rosario" National Park. Censuses and observations were carried out from a kayak on a weekly basis. The mean colony size was 110 birds. Magnificent frigatebirds (*Fregata magnificens*) accounted for 80% of the population; the remainder consisted of brown pelicans (*Pelecanus occidentalis*) (10%), and brown (or yellow-footed) boobies (*Sula leucogaster*) (9%). The size of the colony is highly variable in the short term (*i.e.*, days), stable in the medium term (a breeding cycle or one year), and declining in the long term (years). The size of the colony has decreased by more than 50% since 1979, when the birds occupied a nearby mangrove islet known as Pajarales. This islet gradually disappeared owing to human and natural causes. *F. magnificens* and *P. occidentalis* seem to breed annually, in overlapping seasons. The breeding cycle probably starts with displays by the males in August-September, just before the maximum peak of rainfall (October). However, the hatching of the chicks and their first months of development are probably synchronized with the dry season (December-April). *S. leucogaster* apparently does not breed in the area; instead using the colony as a roosting-loafing site. The annual nesting activity of *F. magnificens* in this colony suggests that Isla Skandia might be a breeding site for the adults of a population distributed over several non-breeding aggregations along the Caribbean coast of Colombia. The size of the Pelecaniform aggregations along this coast appears to be comparatively small, due to a probable limitation in food supply. Habitat degradation (mangrove harvesting) and human disturbances threaten the colony. Strong conservation measures should be enforced to protect fully the colony, as it is the only reported nesting site for *F. magnificens* on the Caribbean coast of Colombia. Long-term censusing, a marking and banding program, and a study of the breeding and feeding biology of the species are recommended.

1. INTRODUCCION

El conocimiento actual acerca del estado de las poblaciones y la distribución reproductiva de las aves marinas en la región del Caribe es relativamente pobre. Sin embargo, se han venido detectando disminuciones significativas en las poblaciones, y se sabe que los sitios de anidamiento están siendo abandonados a un ritmo acelerado debido a que las colonias reproductivas son altamente sensibles a la interferencia humana (Schreiber 1979, 1981; Halewyn y Norton 1984).

El hombre ha perseguido a las aves marinas en la región por siglos, colectando huevos y matando polluelos y adultos en varias colonias, y es, sin duda, la principal causa de la reducción de las poblaciones naturales. El turismo y otras actividades recreativas, la urbanización y la industrialización causan altos niveles de perturbación a las colonias de estos organismos. La degradación de los hábitats por la tala de mangle y otra vegetación natural, y la creciente polución marina constituyen amenazas adicionales en muchas partes de la región Caribe (Harrison 1983, Halewyn y Norton 1984).

En el Caribe colombiano, la distribución de colonias de cría de aves marinas Pelecaniformes está restringida a unos cuantos sitios que, en razón del acelerado desarrollo de los asentamientos humanos, pueden considerarse como amenazados. En particular, las poblaciones de estas aves residentes en el Parque Nacional Natural "Los Corales del Rosario" (Bolívar), desde hace tres lustros han sido señaladas como vulnerables (Naranjo 1979a), sin que hasta la fecha se haya hecho una evaluación de su estatus. El objetivo de este estudio fue entonces realizar dicha evaluación y detectar los problemas que afectan a estas aves en la actualidad.

Si bien este grupo de aves son parte integral de los ecosistemas que se han agrupado en un Parque Nacional Natural para ser protegidos y estudiados, no se les ha prestado ninguna atención, e inclusive en muchos casos su función dentro de estos ecosistemas ha sido mal comprendida, hasta el punto de referirse a ellas en términos negativos por el efecto defoliador que tienen sus deyecciones sobre el manglar en el que habitan, o por las interacciones que se presentan con las actividades pesqueras humanas.

Se espera con este estudio proporcionar algunos antecedentes y elementos que sirvan a investigadores futuros para llevar a cabo estudios más complejos, y a las entidades responsables por la protección de los recursos para tomar las medidas que aseguren la sobrevivencia de este grupo faunístico.

1.1 Las Pelecaniformes Marinas del Caribe Colombiano

Varios estudios han demostrado la cercana relación que hay entre los números, tipos, y movimientos de aves de una región marina dada y las propiedades físicas y biológicas de sus aguas superficiales. Sin embargo, incluso hasta hoy en día, el conocimiento existente sobre aves marinas es limitado. El problema reside en que pocos biólogos marinos le han dado la importancia debida a estas aves como componentes de los ecosistemas marinos, y pocos ornitólogos, a su vez, tienen también conocimientos de oceanografía (Ashmole 1971).

En la literatura no especializada (inventarios y planes de manejo de áreas, etc.) es común encontrar que no se hace distinción entre las aves marinas y las aves terrestres, generalmente incluyendose a las primeras dentro de las segundas.

Se considera como ave marina a toda especie de ave que, al menos durante su período de reproducción, depende de manera estricta de los ecosistemas marinos, distribuyendose ecológicamente en hábitats estrechamente definidos por las comunidades presa (ver Naranjo 1979a). Se podría decir entonces, que las aves marinas difieren de las aves terrestres de manera análoga a como difieren la vegetación marina de la vegetación terrestre o los mamíferos marinos de los mamíferos terrestres.

Teniendo en cuenta esta situación, se consideró relevante incluir en el presente trabajo un capítulo sobre las Pelecaniformes del Caribe colombiano, con el fin de proporcionar una mayor información acerca de los sujetos del estudio.

El orden Pelecaniformes es un grupo diverso, cuya sistemática es aún confusa. Sin embargo, los pies totipalmeados, la bolsa gular, la estructura de las plumas y las características primitivas del esqueleto, así como las proteínas del huevo, permiten derivar las especies existentes del patrón básico pelecaniforme (Nelson 1975).

Otra característica (aunque no exclusiva) de las Pelecaniformes marinas es la formación de colonias, que pueden tener menos de 10 parejas (*e.g.*, muchos falacrocorácidos) o varios millones (*e.g.*, colonias mixtas de cormoranes/piqueros/pelícanos en Perú). El amplio rango en el tamaño de las colonias depende de un amplio rango de factores que lo determinan, y que operan en diferentes combinaciones para diferentes especies y circunstancias. La densidad de las colonias es mucho más específica a las especies que el tamaño de las colonias. Ya sean grandes o pequeñas, las colonias de todas las Pelecaniformes muestran densidades típicas reconocibles (Nelson 1983).

Las aves marinas seleccionan sus sitios con base en muchas características y requerimientos propios de cada especie. Pero, cabe preguntarse el ¿por qué? de tales hábitos coloniales. Nelson (1983) señala ventajas sociales y de seguridad. Las colonias optimizan la efectividad en la selección de la pareja, y proporcionan un mayor estímulo social que ayuda a sincronizar

la temporada reproductiva. El tamaño estaría limitado por la disponibilidad de sitios adecuados y de alimento (Immelmann 1971, Nelson 1983).

En el Caribe colombiano habitan siete especies de Pelecaniformes marinas: el ave tropical de pico amarillo o rabijunco (*Phaeton lepturus catesbyi)*, dos razas o subespecies del pelícano pardo (*Pelecanus occidentalis occidentalis* y *P. o. carolinensis)*, el piquero pardo o patiamarillo (*Sula leucogaster leucogaster)*, el piquero enmascarado (*S. dactylatra dactylatra)*, el piquero de patas rojas (*S. sula sula)*, el cormorán oliváceo o pato cuervo (*Phalacrocorax olivaceus olivaceus)* y la fragata real o tijereta (*Fregata magnificens rothschildi)* (Naranjo 1979a, 1979b; Hilty y Brown 1986).

S. sula y *S. dactylatra* tienen una distribución principalmente pelágica, en islas con rápido acceso a aguas profundas. Se encuentran únicamente en el Cayo de Serranilla (en el Archipiélago de San Andrés y Providencia), donde al menos *S. dactylatra* anida (Naranjo 1979a, 1979b; Chiriví 1988). *P. occidentalis* y *P. olivaceus* se distribuyen en aguas costeras, alejándose de la costa sólo donde la plataforma continental es ancha. Son especies ampliamente distribuídas lo largo de todo el litoral continental (Naranjo 1979a, 1979b). *F. magnificens* y *S. leucogaster* se encuentran en todo el litoral, así como en el Archipiélago de San Andrés y Providencia (Naranjo 1979a, 1979b; Chiriví 1988). Finalmente, la información existente sobre *P. lepturus* en el Caribe colombiano se limita a avistamientos escasos, algunos antiguos y dudosos (Naranjo 1979b, Hilty y Brown 1986). Su distribución es principalmente

pelágica, en islas con rápido acceso a aguas profundas, por lo que su registro es posible en el Arhipiélago de San Andrés y Providencia (Naranjo 1979a).

1.2 Biología y Ecología Reproductiva de la Fragata Real y del Pelícano Pardo

La taxonomía, distribución y ecología de las aves marinas del Caribe colombiano han sido tratadas en Naranjo (1979a, 1979b). Adicionalmente, los aspectos del comportamiento no reproductivo de la fragata real han sido considerados en Jaramillo (1988). A continuación se describen los aspectos más importantes de la biología y ecología reproductiva de las dos especies que se reproducen en la colonia del Complejo de Pajarales: la fragata real y el pelícano pardo. Los aspectos reproductivos del piquero patiamarillo pueden ser consultados, por ejemplo, en Nelson (1978).

1.2.1 Fragata Real. Las fragatas están distribuidas en las regiones tropicales y subtropicales de los océanos. Aunque *F. magnificens* es la única especie de fregátido que tolera y puede habitar en agus costeras y turbias, sus hábitos alimenticios son muy similares a los de las otras cuatro especies de fragatas (*minor*, *ariel*, *aquila* y *andrewsi)*. Su alimentación se lleva a cabo principalmente en aguas azules, pelágicas y empobrecidas, por lo que pasan bastante tiempo forrajeando lejos de sus colonias. Sus presas principales son peces voladores y calamares que atrapan en vuelo en la superficie, y se suplementan robando el alimento a otras aves (*i.e.*, cleptoparasitismo), principalmente a piqueros, todo lo cual requiere de técnicas de vuelo altamente especializadas (Nelson 1975).

Durante el día, muchas aves marinas tropicales pelágicas dependen para su alimentación en gran parte del micronecton que sólo es disponible cuando es perseguido a la superficie por peces predadores, principalmente atunes (Ashmole 1971), y por mamíferos marinos (Schreiber 1979).

Tales adaptaciones al hábitat han conllevado a la evolución de "estrategias tipo-k" en estas especies (Nelson 1983). Primero que todo, las tasas reproductivas de las aves marinas, generalmente más bajas que las de las aves terrestres, implican que las aves adultas tengan tasas de supervivencia relativamente altas y una gran longevidad potencial (a medida que los programas de anillamiento maduran, es más frecuente encontrar individuos anillados de más de 20 y 30 años de edad) (Ashmole 1971).

La distancia de la colonia a la cual se alimentan los individuos, la limitación en la disponibilidad del alimento, y su impredictibilidad, son los factores que determinan la biología y ecología reproductiva de las fragatas (Nelson 1975, 1983).

Por una parte, los individuos presentan una maduración retardada, y no se reproducen hasta que tienen 7 o más años de edad, ya que sólo individuos experimentados pueden capturar suficiente alimento para sí mismos, y a la vez llevar comidas a la colonia con la suficiente frecuencia para levantar a sus crías exitósamente (Ashmole 1971, Nelson 1983).

Por otra parte, el tamaño de la nidada es pequeño [generalmente un único huevo (Nelson 1975, 1983; Coello *et al.* 1977)], el huevo es relativamente grande, y el período reproductivo es prolongado. La frecuencia reproductiva es, por tanto, de tipo bienal, y aunque la temporada reproductiva no es estacional como en las aves marinas de regiones templadas, si se ve favorecida en ciertos meses (Nelson 1975, 1983).

La colonia como tal no se reproduce a un mismo tiempo, ya que la fecha de la postura del huevo se ve afectada por la condición alimenticia pre-reproductiva de cada pareja de adultos (Ashmole 1971, Nelson 1975). Sin embargo, los machos en cortejo tienen la tendencia a formar núcleos, para hacerse más conspícuos al realizar despliegues comunales (Nelson 1975), causando una sincronización a nivel de sub-grupos y varias "oleadas" de postura a medida que se inician dichos núcleos (Nelson 1983).

Una vez formada la pareja se da el apareamiento y la construcción de un nido rudimentario (Coello *et al.* 1977, Nelson 1983). La postura de los huevos se da de 3 semanas a un mes después de que se inicia el despliegue de los machos. La incubación es realizada por ambos adultos, en turnos de unas pocas horas hasta varios días, y dura alrededor de 50 días (Diamond 1973). El polluelo es protegido hasta que es capaz de termoregular [a los 30-35 días de nacido (Nelson 1983)], y posteriormente es visitado por ambos padres solamente para ser alimentado, a intervalos de 12-23 horas (Coello *et al.* 1977). Después de los 3-4 meses de edad, el polluelo sólo es alimentado por la hembra (Diamond 1973, Coello *et al.* 1977), y

aunque a los 5-6 meses ya es volantón, la hembra lo alimenta por 4-8 meses más, es decir, hasta los 9-14 meses de edad (Diamond 1973; Nelson 1975, 1983; Coello *et al.* 1977).

Esta inmensa inversión parental demuestra las grandes dificultades que experimentan los nuevos juveniles en asegurarse la sufuciente comida por sí mismos. Después de este período, los juveniles se dispersan, visitando otras colonias y explotando áreas alimenticias más extensas por varios años (Nelson 1983).

1.2.2 Pelícano Pardo. *P. occidentalis* es la única especie marina dentro de la familia Pelecanidae, distribuyendose en ambas costas tropicales de Norte y Sur América. Sus hábitos son principalmente costeros y rara vez se aleja en mar abierto (Harrison 1983).

Al igual que muchas aves marinas, los juveniles de *P. occidentalis* también deben pasar mucho tiempo aprendiendo las técnicas altamente especializadas para capturar su alimento efectivamente (Orians 1969, Schnell *et al.* 1983). Sin embargo, las adaptaciones de la especie a un tipo de hábitat alimenticio diferente al de las fragatas la han conducido a la evolución de estrategias que, junto con los cormoranes tropicales y las Pelecaniformes de regiones templadas, tienden a ser más del "tipo-r" en el "espectro de selección r-k" (Nelson 1983).

Se alimentan cerca de la costa, lanzandose en picados superficiales (sin penetrar notoriamente en el agua) (Murphy 1936, Ashmole 1971), y su dieta abarca un amplio rango de peces [al menos 40 especies en la Florida (Schreiber 1979)]. Estos hábitos se ven reflejados en su

ecología reproductiva: las crías se desarrollan más rápido por que reciben comidas frecuentes de sus padres. Además, el ciclo reproductivo dura menos de un año y los individuos sólo requieren de 2-3 años para su primera reproducción (Nelson 1983).

Por otra parte, el tamaño de la nidada es normalmente de dos a tres huevos, de los cuales generalmente un solo polluelo alcanza la edad de volantón; aunque en años de alta disponibilidad de alimento los padres pueden levantar los tres polluelos (Schreiber 1976, 1979). Debido a que el ciclo reproductivo abarca menos de un año, las temporadas reproductivas son altamente irregulares y extensas. En una sola colonia la reproducción se realiza en unidades discretas, por lo que en muchas regiones se pueden encontrar parejas en todos los estadíos reproductivos a lo largo del año. Sin embargo, en ciertas localidades la reproducción puede estar sincronizada con la alternancia de estaciones lluviosas y secas (*e.g.*, Murphy 1936, Halewijn 1972, Schreiber 1979, Falk 1994, este estudio).

La temporada reproductiva para una pareja require aproximadamente de 18 semanas. El macho selecciona el sitio, y en 1-4 días atrae a la hembra. Pasados otros 4-10 días se ha construído el nido, y 1-3 días después (unos 6-17 días desde la selección del sitio) la hembra pone el primer huevo. El período de incubación es de unos 30 días. El desarrollo de los polluelos toma 10-12 semanas hasta el estadío de volantón. En años de baja disponibilidad alimenticia, durante este período se da la muerte de los polluelos que nacen después del primero por inanición diferencial o por fratricidio (Murphy 1936; Schreiber 1976, 1979; Nelson 1983).

Los pelícanos pardos que anidan en árboles sólo alimentan a los polluelos en el sitio del nido, y una vez que realizan el primer vuelo no vuelven a ser alimentados (principalmente por la dificultad de los polluelos de regresar al sitio exacto). Sin embargo, los juveniles no voladores y algunos volantones de pelícanos pardos que anidan en el suelo (o en sitios donde hay playas o terrenos planos adyacentes a los árboles), forman grupos y allí son alimentados por sus padres (Nelson 1983). En regiones donde la reproducción es marcadamente estacional, el área de anidamiento generalmente es abandonada una vez finalizada la reproducción (*e.g.*, Schreiber 1979, Falk 1994), pero en otras regiones los pelícanos utilizan el área para pernoctar y descansar en los meses no reproductivos (*e.g.*, Halewijn 1972, Naranjo 1979a, este estudio).

2. AREA DE ESTUDIO

2.1 Ubicación y Descripción del Sitio

El estudio se desarrolló en una pequeña isla conocida como "Isla Skandia" (aprox. 10°10'36" N; 75°46'20" O), la cual es parte de un grupo de más de diez islotes, conocidos con el nombre de "Complejo de Pajarales", que se reparten en una superficie menor a cuatro millas (Leble 1985). El Complejo de Pajarales a su vez es parte de un conjunto de 32 islas e islotes que conforman el Archipiélago de Nuestra Señora del Rosario, alrededor del cual se extiende el Parque Nacional Natural (submarino) "Los Corales del Rosario" (PNNCR) (Figs. 1a y b).

La isla está casi completamente cubierta por mangle rojo (*Rhizophora mangle)*, y está habitada permanentemente por una familia de pescadores que cuidan la propiedad (Fig. 2). Las aves ocupan el borde de los manglares de la punta suroeste del islote, quedando así protegidas de los vientos Alisios del noreste que predominan en el área. La colonia está compuesta predominantemente por fragatas reales (*Fregata*

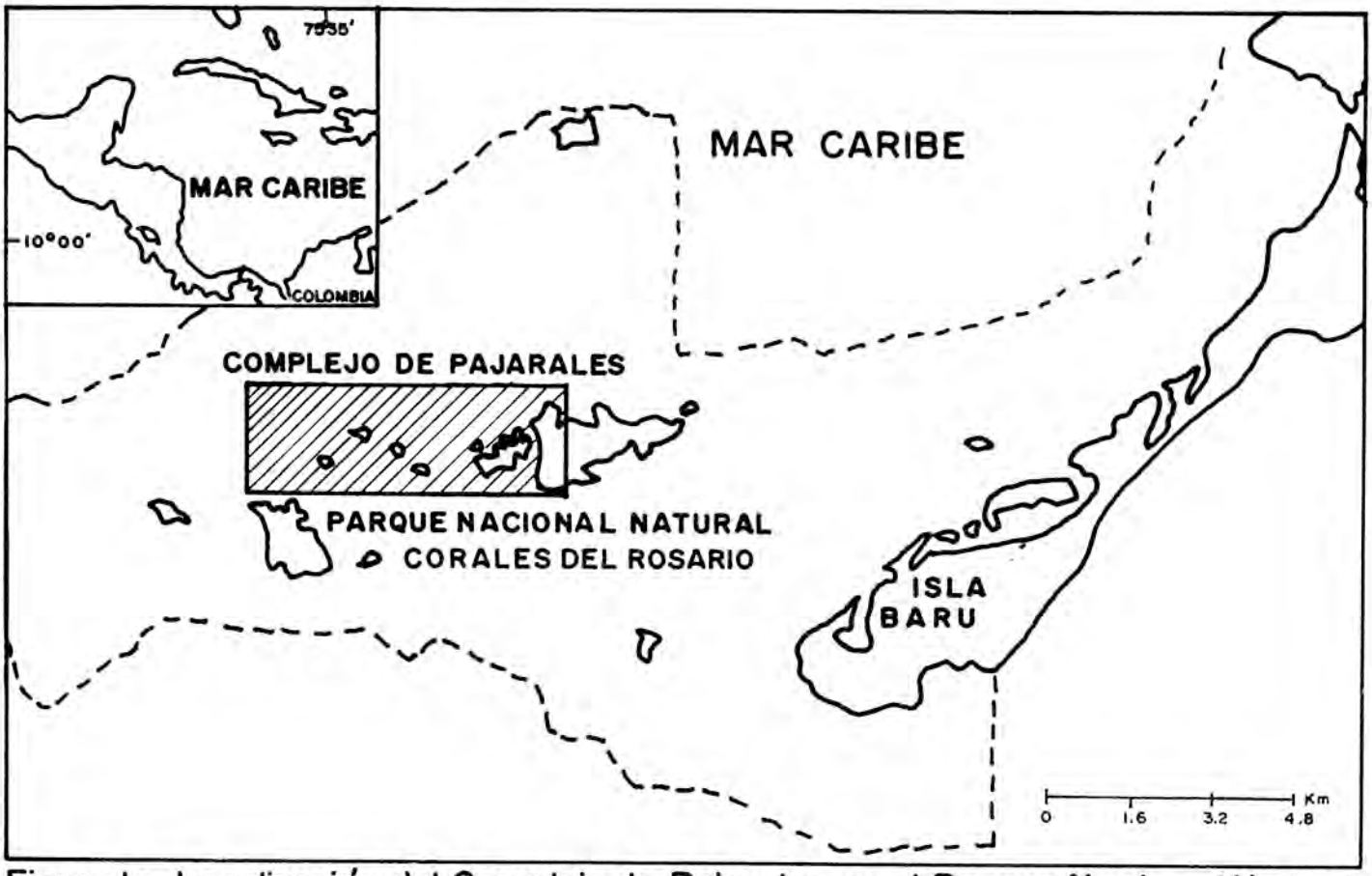

Figura 1a. Localización del Complejo de Pajarales en el Parque Nacional Natural Corales del Rosario (PNNCR), Caribe colombiano. La linea entrecortada indica los limites del Parque.

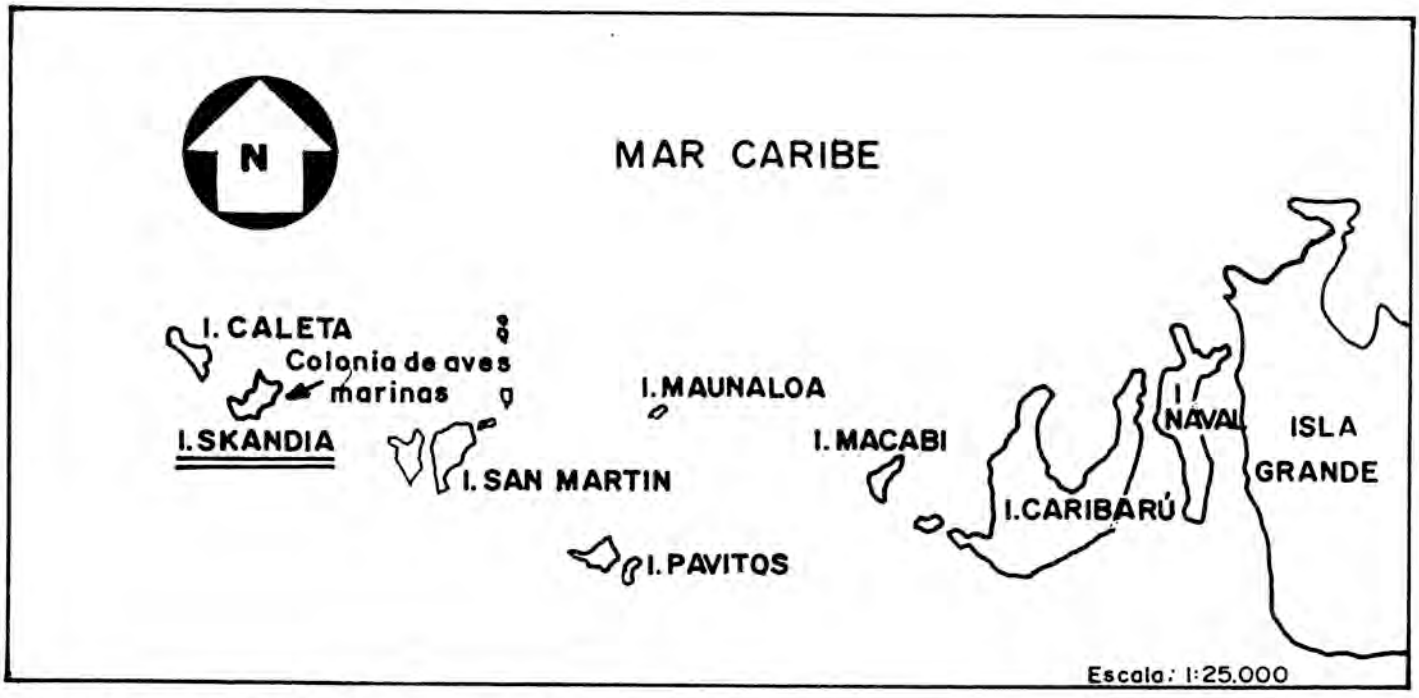

Figura 1b. Ubicación de Isla Skandia en el Complejo de Pajarales

magnificens), aunque también se encuentran allí algunos pelícanos pardos (*Pelecanus occidentalis)* y piqueros patiamarillos (*Sula leucogaster)* (Fig. 3).

2.2 Descripción General del Area

El Archipiélago de las Islas del Rosario comprende un área de unos 16 km^2, de los cuales un poco más de 3 km^2 corresponden a tierra firme y el resto a terrenos sumergidos, arrecifes, pantanos y lagunas. El PNNCR comprende en su totalidad un área (submarina) de 178 km^2 [Garavito 1977, Ramírez 1980, Zea y Rützler 1983 (en Alvarado *et al.* 1986)].

Este grupo de islas se localiza alrededor de Isla Grande, la mayor de todas. Hacia el este de la misma se sitúa Periquito (frente a Barú), hacia el norte la Isla del Tesoro, hacia el oeste la Isla de Rosario y hacia el sur la Isla Arena (Prahl y Erhardt 1985), a unas 28 millas (54 km) al suroeste de Cartagena (Leble y Cuignon 1987).

Geológicamente, las Islas del Rosario corresponden a antiguos arrecifes de barrera que pertenecen a una misma área sedimentológica, y que por ser más estrechos que el de la actual Isla de Tierra Bomba fueron erosionados durante el Pleistoceno y totalmente copados por el mar; la porción terrestre (2-3 m por encima del nivel marino) emergió hace unos 4,000 años. Los antíguos andamios esqueléticos, parcialmente emergidos,

Figura 2. Lado sureste de Isla Skandia, en el Parque Nacional Natural Corales del Rosario.

Figura 3. Aspecto de la colonia de aves marinas Pelecaniformes de Isla Skandia (Diciembre de 1992).

albergan una rica fauna coralina, sin lugar a dudas la más rica del litoral Caribe colombiano (Prahl y Erhardt 1985, Leble y Cuignon 1987).

Sin embargo, evaluaciones recientes (*e.g.*, Alvarado *et al.* 1986, Corchuelo y Alvarado 1990, Monsalve y Restrepo 1990, Sarmiento *et al.* 1990) han reportado un intenso y acelerado proceso de deterioro, principalmente del ecosistema coralino, pero que también se extiende a otros ecosistemas como los manglares y los pastos marinos (y los organismos asociados a ellos). Este proceso viene siendo causado por factores adversos de tipo físico-químico, antropogénico y socio-económico, entre los que se pueden citar la sedimentación y turbidez por el aporte de aguas fluviales del Canal del Dique, el tránsito y anclaje de embarcaciones, y la pesca con dinamita. Se ha formulado un plan de manejo (Alvarado *et al.* 1989, 1990), ya se han realizado algunos estudios enfocados a la recuperación de estos ecosistemas y se están tomando medidas de manejo y conservación (*e.g.*, González y Rivas 1993, García 1994, Fresneda y Gualteros 1994).

2.3 Clima

El clima de la región es tropical-subhúmedo, y se puede dividir en tres épocas: un período seco (Diciembre a Abril) con característicos vientos Alisios; una estación intermedia de Mayo a Junio, con vientos suaves y constantes; y por último, una época lluviosa de Julio a Diciembre. Por lo general se produce en Julio el "Veranillo de San Juan", de algunas semanas de duración (Alvarado *et al.* 1986, 1989).

La precipitación presenta un régimen bimodal, con dos picos en Junio y en Octubre, el segundo de mucha mayor intensidad. Anualmente se precipitan aproximadamente 800 mm, mientras que la evapotranspiración de 1632.3 mm, es decir, se transpira y evapora el doble de lo que cae como lluvia (Alvarado *et al.* 1989).

La temperatura ambiente tiene un promedio anual de 27.7°C, con variaciones que pueden corresponder a la influencia de los vientos Alisios del noreste. El máximo de temperatura se presenta de Mayo a Septiembre (31.9°C), y el mínimo de Diciembre a Marzo (21.4°C) (Alvarado *et al.* 1989).

En la figura 4 se presentan los diagramas ombrotérmicos de Gaussen para la región, según los datos de las estaciones meteorológicas del Aeropuerto Rafael Núñez y la Escuela Naval, Cartagena, registrados por el HIMAT desde 1941 y 1954 respectivamente.

El sol brilla en promedio 7 h/d, con un máximo en Febrero y Marzo (10 h/d), y un mínimo en Octubre (4 h/d) (Célis 1988).

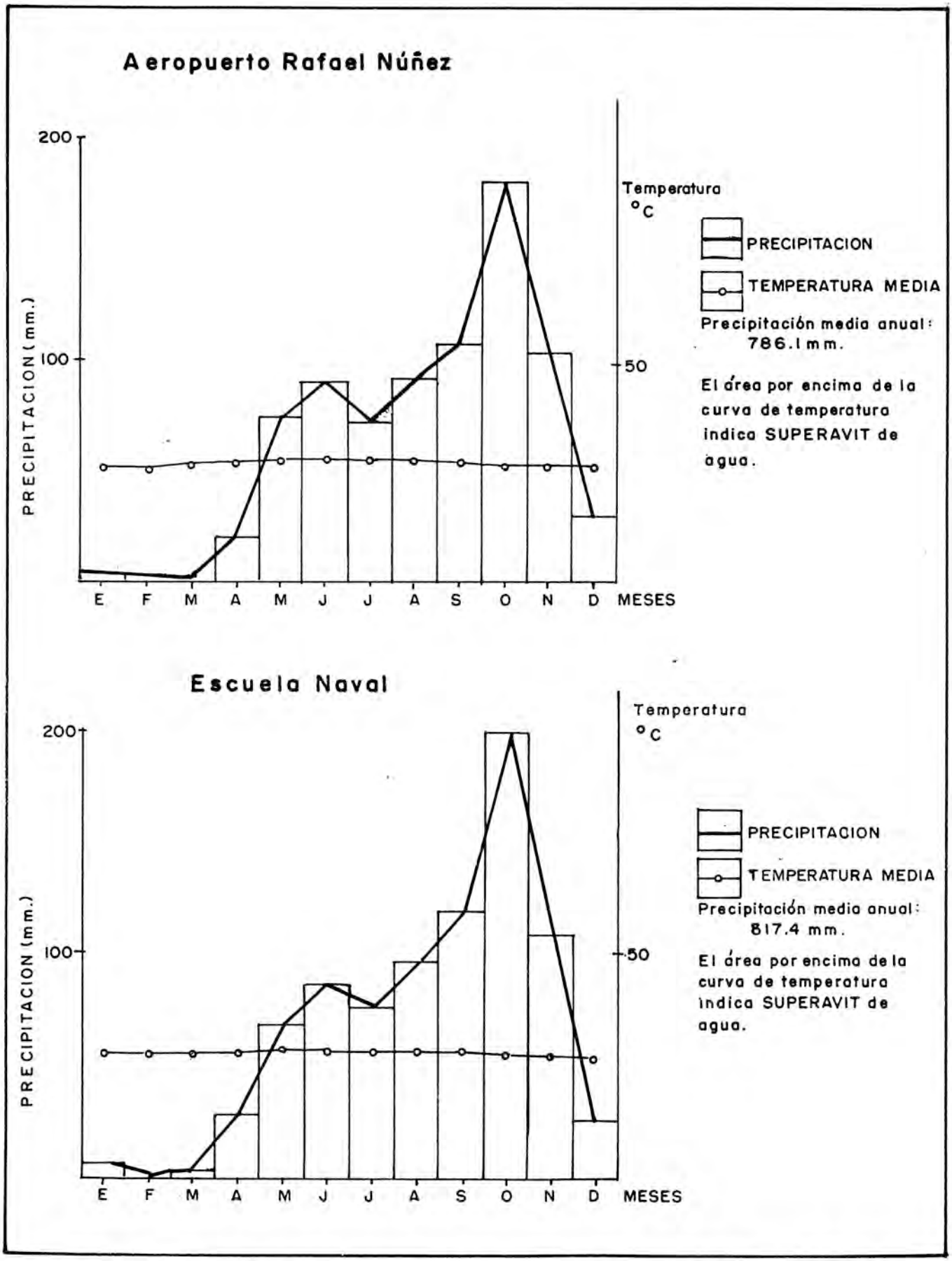

Figura 4. Diagramas ombrotérmicos de Gaussen según las estaciones de la Escuela Naval (1954-1982) (arriba) y del Aeropuerto Rafael Núñez (1941-1987) (abajo), Cartagena (tomado de Alvarado *et al.* 1989).

La región está sujeta a la acción de los vientos Alisios del noreste, que soplan de manera constante de Diciembre a Abril y que influyen sobre el oleaje; y por vientos en diferentes direcciones el resto del año (Pujos *et al.* 1986). El promedio anual de la velocidad del viento es de alrededor de 4 m/s, fluctuando entre 1.7 m/s en Octubre y 8.7 m/s en Marzo, de acuerdo a la presencia y ausencia de los vientos Alisios (Alvarado *et al.* 1989).

2.4 Vegetación

Las características climáticas (*i.e.*, relación de evapotranspiración potencial, biotemperatura media anual, y precipitación total anual) indican que el área corresponde a la zona de vida o formación vegetal 'bosque muy seco Tropical' (bms-T). La vegetación es poco exhuberante y estratificada. Se presenta un notorio déficit de agua [sólo en Octubre hay excedente hídrico (ver Figs. 4 a y b)], por lo que las plantas presentan adaptaciones xerófitas como hojas deciduas, cutícula gruesa, transformación de hojas en espinas, y sistemas radiculares muy extendidos (Alvarado *et al.* 1989).

Hay un predominio de la vegetación de manglar (*Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erectus)* en la zona costera. Otras especies con alta cobertura vegetal en las islas son: el matarratón (*Gliricidia sepium)*, el quebracho (*Astronium fraxinifolium)*, el almácigo (*Bursera simaruba)*, el hobo (*Spondias purpurea)*, el guásimo (*Guazuma ulmifolia)*, y las hierbas fruta de perro y pringamosa (Alvarado *et al.* 1989).

2.5 Oceanografía

Las olas son más frecuentes y fuertes en dirección norte-noreste, pero en casos excepcionales pueden llegar del suroeste olas más destructivas denominadas "mar de leva". La marea de la costa Caribe de Colombia es de tipo mixto, semidiurna, y de amplitud muy débil (un rango de 17 a 42 cm), pero por ser un sitema abierto lejano a la costa, las Islas del Rosario están más influenciadas por las mareas meteorológicas que por las astronómicas. La salinidad es similar a la de mar abierto, con valores de 35‰, encontrándose en ocasiones salinidades de 30‰ hacia la parte sur de las Islas (Leble y Cuignon 1987, Suzunaga *et al.* 1990).

La Contracorriente de Panamá o del Darién, las Corrientes de Deriva Litoral y la Corriente del Caribe o de la Guajira son los principales movimientos de agua que ejercen su influencia en la región (Pujos *et al.* 1986, Andrade y Thomas 1988, Leblanck 1988, Donoso 1990). Durante la estación seca, aguas más frías y más saladas se mueven según lo establecido por la teoría de transporte de Ekman (*i.e.*, los fuertes vientos Alisios del noreste favorecen el desarrollo de procesos de surgencia). En consecuencia, se considera que la convergencia de la Contracorriente de Panamá con las Corrientes de Deriva y la Corriente del Caribe, que transportan las aguas de surgencia, ocurre entre Urabá y las Islas del Rosario (Donoso 1990).

En la estación húmeda no hay virtualmente movimientos ascendentes. Bajo estas condiciones, la Contracorriente de Panamá avanza a lo largo de la costa colombiana hasta la Guajira, donde sus aguas son desviadas y arrastradas por la Corriente Central del Mar Caribe (Donoso 1990).

Además se ha encontrado que aguas turbias del Río Sinú atraviesan con dirección norte la zona de las Islas de San Bernardo, y posteriormente se unen con aguas de la Bahía de Barbacoas, recogiendo la influencia de aguas continentales provenientes del Canal del Dique, para posteriormente dirigirse hacia las Islas de Rosario. Este enturbiamiento, conocido entre los pescadores como el "bombazo", se presenta desde Mayo hasta Diciembre, como producto del régimen de lluvias locales [Ballestas 1982 (en Ramírez *et al*. 1986)], y estaría controlado por el brazo costero de la Contracorriente del Darién en los demás meses del año (Andrade y Thomas 1988).

Pujos *et al.* (1986) han reportado la presencia, aparentemente estacional, de una célula ciclónica de corriente al oeste de las Islas del Rosario, probablemente causada por una desviación de la Contracorriente de Panamá al encontrar los arrecifes de las Islas del Rosario.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Recolección de los Datos

Un período de muestreo fue llevado a cabo entre Febrero y Mayo de 1992, y otro entre Agosto y Noviembre de 1992. La misma técnica se empleó en ambos períodos de muestreo para censar la población de aves marinas. Cada período de muestreo incluyó siete visitas a la colonia. Una visita adicional se realizó el 5 de Diciembre para hacer observaciones, pero no se llevaron a cabo conteos.

Las visitas se hicieron entre las 0600 y las 0700 h, cada una con una duración de unos 30 minutos. El horario de las visitas se escogió teniendo en cuenta que a esta hora el nivel de actividad de las aves es bajo, y normalmente pocas han abandonado la colonia. El acceso a la isla se hizo utilizando un kayak, remando por unos 20 minutos desde la Isla San Martín.

Las aves parecían acostumbradas a la presencia humana, y fue posible aproximarseles de cerca sin causar que salieran volando, siempre y cuando no se hicieran movimientos bruscos ni ruidos. Aún así, normalmente se mantuvo una distancia de unos 10 m al realizar los conteos para evitar perturbarlas.

Los conteos se hicieron por duplicado para cada especie, recorriendo lentamente el sector de la isla donde se establece la colonia, y se promediaron posteriormente. En los conteos además se incluyó el número de aves que se encontraban volando directamente sobre la colonia durante el mismo.

Para el período Febrero-Mayo sólo se hicieron conteos sistemáticos de fragatas reales, y algunos conteos ocasionales de pelícanos pardos y piqueros patiamarillos (ver Romero y López 1992). En cada visita del período Agosto-Diciembre se contabilizaron todas las aves Pelecaniformes desde el kayak, mientras se remaba lentamente alrededor de la colonia (algunas Charadriiformes migratorias, Ciconiiformes y Passeriformes también se observaron en la isla).

Las variaciones en el plumaje y las proporciones corporales en muchas especies de Pelecaniformes permiten distinguir clases de edad y sexo (ver Harrison 1983), pero en este estudio solamente se diferenciaron las fragatas reales, en: machos adultos, hembras adultas y juveniles. No se hicieron distinciones entre clases de edad y sexo para pelícanos pardos ni piqueros patiamarillos.

3.2 Análisis de los Datos

El tratamiento estadístico de los datos consistió inicialmente en calcular el coeficiente de variación (CV), a partir de la desviación estándar y el promedio de los censos (Steel y Torrie 1988), para cada período. El coeficiente de variación es una medida relativa de la variación, útil para evaluar los resultados de diferentes experimentos (en este caso las visitas de los dos períodos) que involucran el mismo carácter (número de aves).

A los datos de las fragatas reales se les aplicó la prueba estadística no paramétrica de Wilcoxon-Mann-Whitney, con un nivel de significancia de .05 (Steel y Torrie 1988), para determinar si la distribución de probabilidades del número y composición de la población fue igual para ambos períodos (hipótesis nula, Ho), o si tuvieron diferentes distribuciones de probabilidad (hipótesis aternativa, Ha).

Esta prueba es usada para comparar dos muestras independientes (de igual tamaño en este caso) como función de las sumas de rango cuando, como en el presente estudio, no se puede asumir que los parámetros medidos se distribuyen de manera normal en ninguno de los dos períodos o a lo largo del año. Esto es debido a que se ha observado que el número y composición poblacional en una colonia reproductiva de aves marinas dada varía a lo largo del año en función del ciclo reproductivo (*e.g.*, Diamond 1972, Falk 1994).

Los datos fueron ingresados a un microcomputador y se procesaron utilizando el paquete estadístico NCSS (Number Cruncher Statistical System) (Hintze 1987), y la hoja de cálculo Microsoft Excel 5.0 para Microsoft Windows 3.11 (Microsoft Corporation 1994).

4. RESULTADOS

4.1 Monitoreo Poblacional

4.1.1 Fragata Real. Los resultados de los censos para cada período aparecen en las Tablas 1 y 2, y en las Figuras 5 y 6. Durante el período Febrero-Mayo la población de *Fregata magnificens* varió entre 52 y 121 individuos, con un promedio de 84 (coeficiente de variación, CV=29,3%). Para los conteos del período Agosto-Noviembre la población varió entre 37 y 135, con un promedio de 89 individuos (CV=40,6%). El promedio de la población de *F. magnificens* en la colonia para 1992 fue de 86-87 individuos, de acuerdo al promedio entre los dos períodos.

La composición promedio de la población de *F. magnificens* fue de 30.3% machos adultos, 28,3% hembras adultas, y 41.4% juveniles para el período Febrero-Mayo. Durante el período Agosto-Noviembre la composición promedio fue de 44,3% machos adultos, 24,3% hembras adultas y 31,4% juveniles.

Tabla 1. Censos de fragatas reales (*Fregata magnificens*) para el período Febrero-Mayo de 1992, en la colonia de Isla Skandia, PNNCR.

FECHA	MACHOS	HEMBRAS	JUVENILES	TOTAL
Feb-21	35	17	47	99
Mar-13	38	27	37	102
Mar-20	18	23	27	68
Apr-05	13	14	26	53
Apr-24	19	43	28	90
May-01	4	21	24	52
May-08	50	18	53	121
Promedio	25	24	35	84
CV (%)	59.1	37.6	30.6	29.3
Composición (%)	30.3	28.3	41.4	100

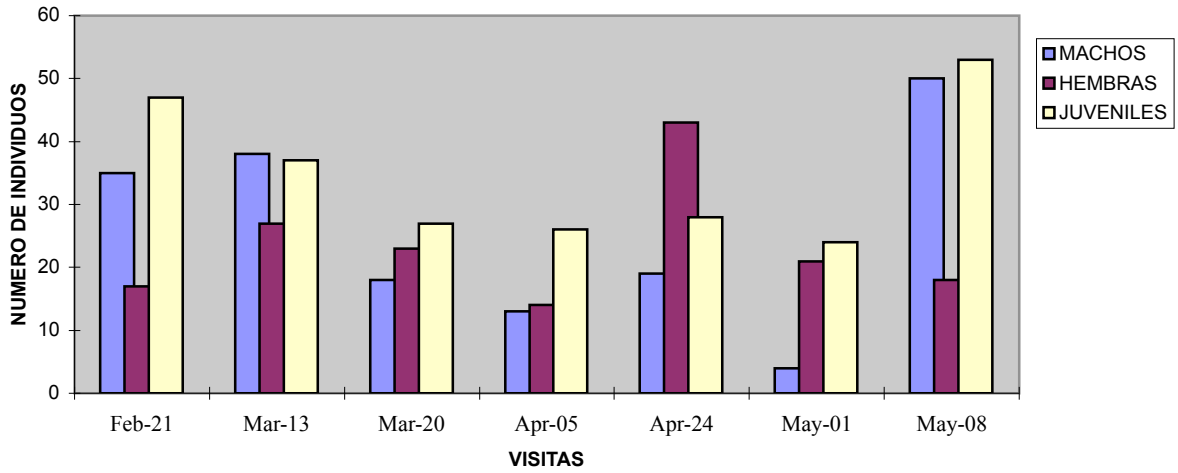

Figura 5. Histograma del número de machos, hembras y juveniles de *Fregata magnificens* en la colonia de Isla Skandia, PNNCR, para cada visita del período Febrero-Mayo de 1992.

Tabla 2. Censos de fragatas reales (*Fregata magnificens*) para el período Agosto-Noviembre de 1992, en la colonia de Isla Skandia, PNNCR.

FECHA	MACHOS	HEMBRAS	JUVENILES	TOTAL
Aug-21	65	28	42	135
Aug-28	42	29	56	127
Sep-11	18	12	17	47
Oct-09	37	18	16	71
Oct-17	57	33	28	118
Oct-24	36	25	29	90
Oct-31	22	7	8	37
Promedio	40	21	28	89
CV (%)	39.9	41	54.8	40.6
Composición (%)	44.3	24.3	31.4	100

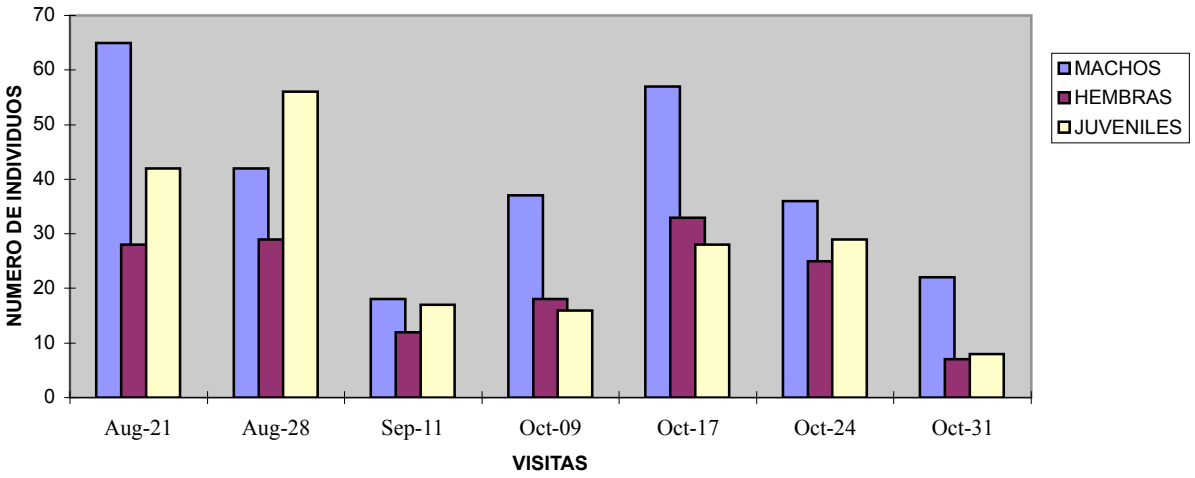

Figura 6. Histograma del número de machos, hembras y juveniles de *Fregata magnificens* en la colonia de Isla Skandia, PNNCR, para cada visita del período Agosto-Noviembre de 1992.

Según la prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney (Tabla 3), el número de machos (T'=40.5; valor tabulado, VT=36), hembras (T'=51.5; VT=36), juveniles (T'=57.5; VT=36), y el total (T'=50.5; VT=36), tuvieron distribuciones de probabilidad similares entre los dos períodos (*i.e*., se aceptó Ho en todos los casos).

4.1.2 Pelícano Pardo. Los conteos del período Agosto-Noviembre se dan en la Tabla 4 y en la Figura 7. La población de *Pelecanus occidentalis* varió entre 4 y 17 animales, con un promedio de 11 individuos (CV=39.5%) durante el período Agosto-Noviembre.

4.1.3 Piquero Patiamarillo. Para el período Agosto-Noviembre el número de *Sula leucogaster* varió entre 8 y 17, con un promedio de 10 individuos (CV=33.1%) (Tabla 4, Fig. 7).

Durante el período Agosto-Noviembre, cuando se tuvieron en cuenta todas las especies en los conteos, el tamaño promedio de la colonia fue de 110 aves marinas Pelecaniformes. Con el propósito de estimar el tamaño actual de la colonia, y considerando que el número de fragatas reales no mostró ser significativamente diferente en los dos períodos, y que el número de pelícanos pardos y piqueros patiamarillos probablemente fluctuó dentro de límites similares para el primer período del año, parece razonable asumir que el tamaño promedio de la colonia fue de

Tabla 3. Resultados de la prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney para el número de individuos de *Fregata magnificens* de cada grupo de edad y sexo, y del total, entre los períodos Febrero-Mayo y Agosto-Noviembre de 1992.

	T'	VT	Resultado
Machos	40.5	36	Se acepta Ho
Hembras	51.5	36	Se acepta Ho
Juveniles	57.5	36	Se acepta Ho
Total	50.5	36	Se acepta Ho

Ho: la distribución de probabilidades del número y composición de la población fue igual para ambos períodos de 1992.

Ha: la distribución de probabilidades del número y composición de la población fue diferente para ambos períodos de 1992.

Criterio de rechazo de Ho: T'<VT -- Nivel de Significancia: .05

T'= valor calculado -- VT= valor tabulado

Tabla 4. Censos de pelícanos pardos (*Pelecanus occidentalis*) y piqueros patiamarillos (*Sula leucogaster*) para el período Agosto-Noviembre de 1992, en la colonia de Isla Skandia, PNNCR.

FECHA	PELICANOS	PIQUEROS	TOTAL
Aug-21	10	8	18
Aug-28	4	8	12
Sep-11	6	9	15
Oct-09	13	12	25
Oct-17	14	6	20
Oct-24	15	11	26
Oct-31	17	17	34
Promedio	11	10	21
CV (%)	33.1	39.5	

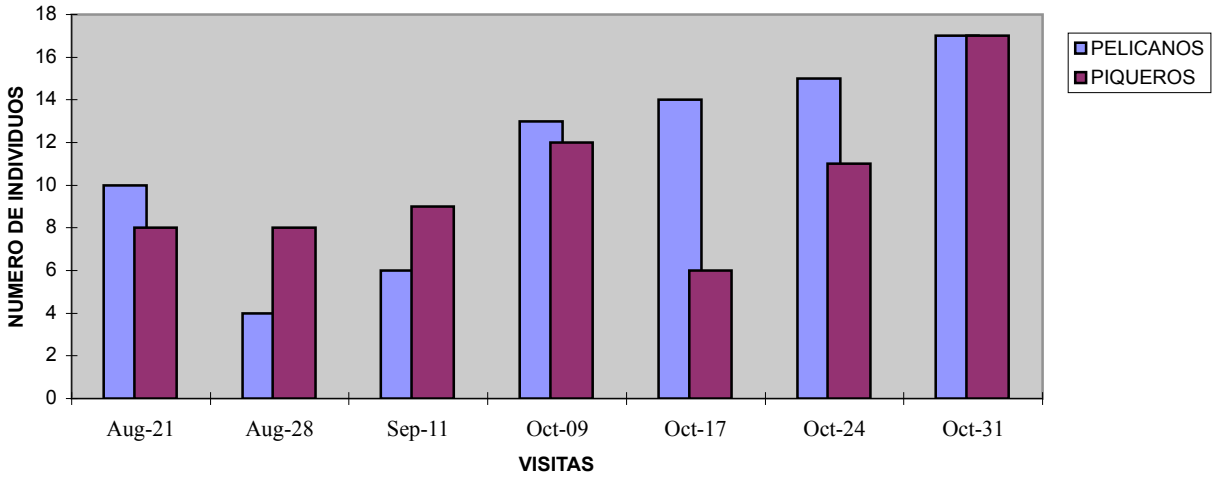

Figura 7. Histograma del número de *Pelecanus occidentalis* y *Sula leucogaster* en la colonia de Isla Skandia, PNNCR, para cada visita del período Agosto-Noviembre de 1992.

alrededor de 110 aves marinas Pelecaniformes para 1992. Del total, 81% fueron fragatas reales, 10% pelícanos pardos, y 9% piqueros patiamarillos (Fig. 8).

4.2 Observaciones Sobre la Ecología Reproductiva de las Especies

4.2.1 Fragata Real. Se observó actividad reproductiva de *F. magnificens* en ambos períodos de 1992. Durante el período Febrero-Mayo se observaron parejas atendiendo nidos y polluelos, y algunos machos en cortejo. Para el período Agosto-Diciembre la actividad reproductiva se inició a finales de Agosto, cuando se detectaron los primeros machos en cortejo. Hacia mediados de Octubre casi todos los machos fueron observados realizando despliegues de cortejo, construcción de nidos y apareamiento. Durante la visita de Diciembre un buen número de machos seguía en cortejo, y se observaron varios nidos en las copas de los mangles (a 3-4 m del suelo), algunos muy cercanos entre sí. Durante este período no se observaron polluelos.

Estas observaciones indican que durante el período Febrero-Mayo de 1992 el ciclo reproductivo se encontraba avanzado, en la etapa de cría de los polluelos. Durante el período Agosto-Diciembre se observó el inicio del siguiente ciclo, con el cortejo, construcción de nidos y apareamiento. La temporada reproductiva de la fragata real en Isla Skandia se iniciaría a finales de Agosto y se extendería hasta Mayo del año siguiente, cuando los polluelos adquieren el plumaje de juveniles.

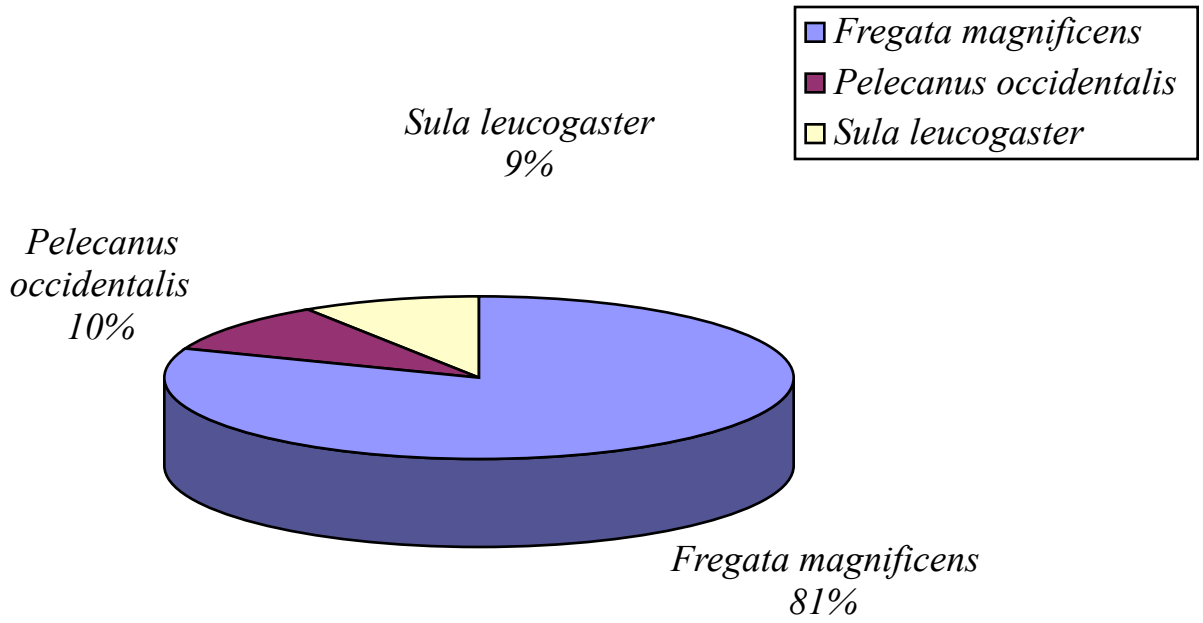

Figura 8. Composición porcentual de la población de aves marinas Pelecaniformes de la colonia de Isla Skandia, PNNCR, durante 1992.

4.2.2 Pelícano Pardo. La pequeña población de *P. occidentalis* que se establece en la colonia de Isla Skandia se reprodujo durante el período Agosto-Diciembre. Las manifestaciones de cortejo de esta especie fueron menos elaboradas y evidentes. Los pelícanos pardos probablemente iniciaron la formación de pareja en Septiembre, y para mediados de Octubre algunos nidos y los primeros polluelos con plumón fueron detectados en las copas de los mangles (a 3-4 m del suelo).

Para la visita de Diciembre los polluelos se encontraban más crecidos, por lo que fue más fácil detectarlos desde el kayak. Para esta época ya estaban mudando al plumaje juvenil, aunque ninguno volaba aún. La edad de estos polluelos se estimó en 70-80, días de acuerdo al criterio de plumaje descrito por Schreiber (1976).

Durante ambos períodos se observaron individuos voladores en todos los estadíos de plumaje [*e.g.*, juveniles, adultos con plumaje nupcial, y adultos con plumaje no reproductivo (ver Harrison 1983)].

4.2.3 Piquero Patiamarillo. No se observó ninguna evidencia de actividad reproductiva por parte de *S. leucogaster* en la colonia de Isla Skandia. Aparte de algunos individuos adultos vistos durante la visita de Diciembre, los individuos observados durante el período Agosto-Diciembre tenían plumaje de juvenil o subadulto.

5. DISCUSION

5.1 Monitoreo Poblacional

5.1.1 Fragata Real. En las Tablas 1 y 2, y en las Figuras 5 y 6 se observan amplias diferencias en el número de individuos presentes en la colonia entre visita y visita para ambos períodos. Los coeficientes de variación confirman que se presenta una alta variación en el tamaño de la colonia a corto término.

Esta variación en el número de individuos presentes en la colonia en cada visita se explica por los hábitos alimenticios de los fregátidos, que como aves marinas pelágicas, se alejan de sus colonias en busca de alimento, incluso durmiendo en otros sitios (Nelson 1975, 1983).

Aunque la prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney no mostró diferencias significativas entre los dos períodos para ninguno de los grupos de edad y sexo, ni para el total, se esperaría que hubiese habido cambios en la composición social de la población de *F. magnificens* a lo largo del año, tratandose de una colonia reproductiva.

Se ha reportado que los machos tienden a aglomerarse en las colonias hacia el inicio de la temporada reproductiva, con el fin de facilitar el cortejo (Diamond 1972, 1973, Nelson 1975). Posteriormente, cuando los polluelos tienen 3 o 4 meses, los machos cesan su cuidado parental (Coello *et al.* 1977) y pueden abandonar la colonia hasta la siguiente temporada reproductiva (Diamond 1972, 1973). El número de hembras, por su parte, tiende a permanecer más o menos constante a través del ciclo reproductivo (Diamond 1973). Finalmente, los juveniles abandonan la colonia hacia los 8 meses de edad, cuando se pueden valer por si mismos, y presumiblemente llevan una existencia pelágica y errática hasta que alcanzan la madurez sexual (Coello *et al.* 1977, Nelson 1983).

Es importante anotar que dichos cambios en la composición social (de acuerdo al progreso de tal ciclo reproductivo), al parecer si se presentaron en la colonia de Isla Skandia: el número de machos fue más alto durante el período Agosto-Noviembre y disminuyó durante el período Febrero-Mayo; el número de hembras no mostró muchas variaciones; y el número de juveniles disminuyó durante el período Agosto-Noviembre con respecto al período inmediatamente anterior (ver Tablas 1 y 2). Sin embargo, como se mencionó anteriormente, estas tendencias no fueron estadísticamente significativas, y por lo tanto los resultados deben ser interpretados con precaución.

Una posibilidad es que una variación estadísticamente significativa haya sido enmascarada por los mismos hábitos de la especie, ya que individuos erráticos provenientes de otras agregaciones y ajenos al ciclo reproductivo pudieron estar presentes en los conteos. Nelson

(1983) anota que individuos, principalmente pre-reproductores, pueden visitar otras colonias, causando cambios repentinos y notorios en la población reproductiva. También es posible que la prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney no sea lo suficientemente sensible este tipo de tendencias en los datos, o que el número de censos por período haya sido insuficiente para que la prueba sea eficiente.

Por otra parte, la similitud en el número total promedio de fragatas reales entre los períodos Febrero-Mayo y Agosto-Noviembre (ver Tablas 1 y 2), parece indicar que a pesar de las amplias variaciones a corto término y de los cambios sociales propios del ciclo reproductivo, el tamaño de la colonia se mantuvo estable a mediano término, es decir durante un ciclo reproductivo o un año.

El número de fragatas reales en la colonia ha disminuído notoriamente desde 1979, demostrandose un proceso de declinación a largo término. Un análisis específico de esta situación se realiza en la sección 5.3 — Inferencias Acerca del Proceso de Deterioro de la Colonia.

A nivel regional, la poca información existente parece indicar que *F. magnificens* se distribuye en pequeñas agregaciones a lo largo de el litoral continental Caribe de Colombia. Una agregación no reproductiva en Isla Fuerte (9°23' N; 76°10' O, también una isla costera), tenía una población de unas 500 fragatas reales en 1987 (Jaramillo 1988).

Se encuentra ampliamente en la literatura que la disponibilidad de alimento limita el tamaño de las poblaciones de aves marinas (*e.g.*, Ashmole 1971, Harris y Norman 1981, Nelson 1983, Ricklefs 1983). Por consiguiente, el tamaño relativamente pequeño de las agregaciones en el área, comparadas por ejemplo con las 2,500 parejas reportadas para Barbuda (Diamond 1973), también en el Caribe, puede estar relacionado con una disponibilidad local de alimento comparativamente inferior.

Es posible que la productividad de los ecosistemas del PNNCR (corales, pastos marinos y manglares principalmente) no sea suficiente o adecuada para soportar una población de aves marinas de ordenes de magnitud superiores. También es posible que no haya sitios que reunan las condiciones físicas necesarias para que se establezcan colonias más grandes (ver *e.g.*, Schreiber 1979, Harris y Norman 1981, Nelson 1983).

5.1.2 Pelícano Pardo. La amplia variación en el número de individuos de *P. occidentalis* entre cada visita, y por consiguiente el alto coeficiente de variación, se debe en este caso a que se observó que muchos de los individuos que conforman la pequeña población habitante del PNNCR pernoctan o descansan durante el día en pequeños grupos en otras islas. Varios individuos acuden regularmente al cercano Oceanario del CEINER, en la Isla San Martín, atraídos por las actividades humanas que allí se llevan a cabo, y por la posibilidad de una comida fácil.

El número de pelícanos pardos en la colonia también ha disminuído notablemente desde Noviembre de 1978, cuando Naranjo (1979a) contabilizó 26 parejas anidando.

Similarmente a la población de *F. magnificens*, la población de *P. occidentalis* en el Caribe colombiano también parece distribuirse en pequeñas agregaciones. Jaramillo (1988), por ejemplo, anota que unos 20 pelícanos habitan en la colonia de Isla Fuerte.

Sin embargo, es necesario mencionar que dos razas o subespecies del pelícano pardo, prácticamente indistinguibles entre sí, han sido reportadas para el Caribe colombiano: *P. o. occidentalis*, que se reproduce en el área y cuya distribución estaría restringida al área de Cartagena, las Islas del Rosario, el Golfo de Morrosquillo y las Islas de San Bernardo; y *P. o. carolinensis*, que se observa a lo largo de todo el Caribe en grandes bandadas migratorias provenientes de las costas del Golfo de México (Naranjo 1979a) [*P. o. carolinensis* se caracteriza por su mayor tamaño (Murphy 1936)].

Una limitante de tipo alimenticio puede ser nuevamente la causa de este tipo de distribución. En el Caribe sureste (costa Venezolana y Antillas Menores) se observan diferencias regionales en la abundancia y densidad de la especie: en todas las islas *P. occidentalis* está presente, pero no es muy numeroso, excepto en Margarita (y Trinidad y Aruba en menor grado), donde ocurre en grandes números. Estas diferencias están relacionadas con la disponibilidad de alimento, ya que alrededor de Margarita se presenta una surgencia que favorece la abundancia de la sardina (Halewijn 1972).

Falk (1994) también propone que la congregación estacional de más de 1,500 parejas de pelícanos pardos (de la raza *murphyi)* que se reproducen en el Parque Nacional Natural Isla Gorgona, en el Pacífico colombiano, estaría sincronizada con una abundancia de la carduma (*Cetengraulis mysticetus)*, el principal alimento de los pelícanos en el área, durante la época de baja precipitación.

Por lo tanto, es evidente que la especie recurre a diferentes estrategias de acuerdo a las condiciones del hábitat. Es necesario realizar un estudio más profundo sobre la distribución, la abundancia y las preferencias de hábitat de las dos razas del pelícano pardo en el Caribe.

5.1.3 Piquero Patiamarillo. La variación en el número de *S. leucogaster* entre visitas obedece a que los individuos de esta especie, al igual que *P. occidentalis*, también pernoctan o descansan durante el día en otras islas. Sin embargo, cabe anotar que por tratarse de una pequeña población no reproductiva, compuesta predominantemente por juveniles y subadultos, es probable que los individuos tengan una menor cohesión grupal.

La pequeña población de piqueros patiamarillos que regularmente se observa en el área del PNNCR probablemente corresponda a individuos que se dispersan de las colonias de anidamiento de esta especie (por ejemplo cerca de Capurganá, en el Golfo de Urabá). Revisando la distribución de la especie en el Caribe colombiano, Naranjo (1979a) anota que la

especie no es muy abundante, y que es notable la predominancia de grupos de juveniles y preadultos, que se distribuyen como errantes por toda la costa.

Jaramillo (1988) proporciona evidencia adicional al respecto, al anotar que unos 30 piqueros pernoctan en la colonia de Isla Fuerte. Muy seguramente se trate de *S. leucogaster*, ya que esta es la única especie de súlido reportada para el área (Naranjo 1979a).

Una posible explicación a este tipo de distribución podría ser que la especie recurre a la dispersión como una estrategia para evitar competencia por espacio y alimento en las grandes colonias reproductivas, mientras los individuos alcanzan la madurez y se incorporan a la población reproductiva. Nelson (1983) sugiere que los juveniles de las Pelecaniformes marinas que recientemente se han independizado quedarían demasiado restringidos si permanecieran dentro de la límitada área de forrajeo disponible para las aves ligadas a la colonia, en lugar de dispersarse más ampliamente durante este período crítico.

5.2 Observaciones Sobre la Ecología Reproductiva de las Especies

5.2.1 Fragata Real. La temporada reproductiva de *F. magnificens* en Isla Skandia está de acuerdo con la reportada por Halewyn y Norton (1984) para la región del Caribe: la actividad reproductiva de las fragatas reales es asincrónica y la temporada de postura de huevos en la región se extiende desde Agosto hasta Abril, con picos en Noviembre y Febrero.

Se ha propuesto que en las regiones tropicales, donde no hay variaciones estacionales marcadas en la disponibilidad de alimento, la temporada de anidamiento es extensa por que la fecha de postura de cada pareja ocurre cuando esta obtiene la suficiente energía para producir huevos e incubarlos exitósamente (Ashmole 1971). Entonces se ha considerado que en latitudes cercanas al ecuador la alternancia de estaciones lluviosas y secas, o sus resultados, funcionan como estímulos temporales en el ciclo reproductivo (Immelmann 1971, Welty 1982).

Por lo tanto, la temporada reproductiva en Isla Skandia, específicamente desde el nacimiento de los polluelos (que ocurriría hacia Noviembre-Diciembre) y durante los primeros 5 meses de su desarrollo, estaría sincronizada con la época seca del año (Diciembre-Abril).

En la Figura 9 se representa gráficamente el ciclo reproductivo de *F. magnificens* en Isla Skandia (basado en las observaciones del presente estudio), en relación con el régimen de precipitación de la región entre Julio de 1991 y Junio de 1993, según los datos del HIMAT para la estación meteorológica del Aeropuerto Rafael Núñez.

Se aprecia que las observaciones del período Febrero-Mayo de 1992 correspondieron a la segunda mitad un ciclo reproductivo iniciado en 1991; mientras que las observaciones del período Agosto-Diciembre de 1992 correspondieron a la primera mitad del siguiente ciclo, que se inició en Agosto-Septiembre de 1992 y que se extendería hasta Mayo-Junio de 1993.

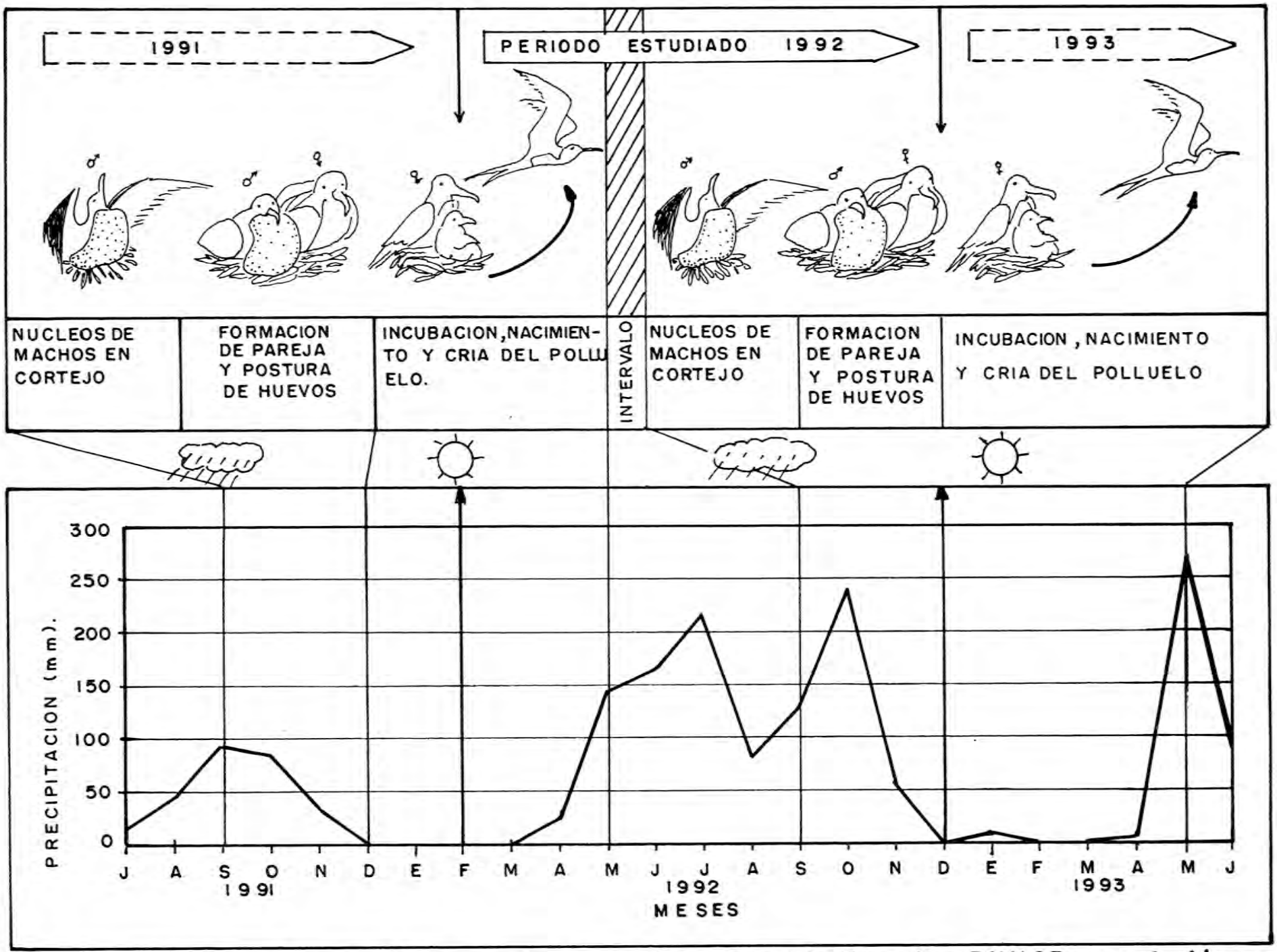

Figura 9. Ciclo reproductivo de *Fregata magnificens* en Isla Skandia, PNNCR, en relación con el régimen de precipitación de la región (Julio de 1991 – Junio de 1993).

Un posible incremento en la disponibilidad de alimento durante esta época en el área (ya sea por aportes de los ecosistemas locales u oceánicos enriquecidos por la surgencia eólica), favorecería la obtención de energía sufuciente por parte de la mayoría de las parejas.

A este respecto, Murphy (1936) anota que la reproducción de la fragata real es contínua, aunque en muchas localidades está sincronizada con los ciclos de viento y precipitación. Falk (1994), también observó que la temporada reproductiva del pelícano pardo en el Parque Nacional Natural Gorgona (en el Pacífico colombiano) está sincronizada con la época de baja precipitación y con una abundancia de la carduma (*Cetengraulis mysticetus)*, el principal alimento de los pelícanos en esa área.

Se ha reportado que el ciclo reproductivo de las fragatas reales, particularmente de las hembras toma más de un año, ya que después de los prolongados períodos de incubación, cría y cuidado parental de los juveniles, los individuos realizan una completa muda post-nupcial del plumaje (Diamond 1973, Nelson 1975, Coello *et al.* 1977), que podría durar hasta 5 meses (Diamond 1972).

Por consiguiente, es de esperarse que los individuos que anidan durante una determinada temporada en Isla Skandia no lo hagan en la siguiente. Considerando que la población promedio actual de hembras adultas de Isla Skandia es solamente de unos 23 individuos, es probable que todas las hembras se reproduzcan durante una misma temporada reproductiva, ya que el número de machos es suficiente. Esto implicaría que los individuos (al menos las

hembras) que anidan en la siguiente temporada reproductiva son individuos diferentes a los de la anterior.

Los machos, en teoría, si se podrían reproducir a intervalos anuales, ya que su parte en el cuidado parental se limita a los primeros meses (Diamond 1972, 1973; Coello *et al.* 1977), luego de los cuales podrían realizar la muda y reproducirse en la siguiente temporada (Diamond 1972, 1973). Sin embargo no existen pruebas que demuestren que los machos se reproducen anualmente o cada dos años.

Este sistema requeriría que las hembras sean más numerosas que los machos en una población dada. La mayor proporción de hembras a machos, observada cuando los polluelos son volantones en otras colonias estudiadas (Diamond 1972, 1973; Coello *et al.* 1977), parece soportar esta hipótesis

Por lo tanto, y considerando que la actual colonia de Isla Skandia es hasta el momento la única colonia reproductiva de *F. magnificens* reportada para el litoral continental Caribe de Colombia (Naranjo 1979a), la actividad anual de anidación sugiere que Isla Skandia puede ser un sitio de reproducción para los adultos de una población distribuida en varias agregaciones no reproductivas a lo largo de la costa, como lo ha propuesto Jaramillo (1988). Si este es el caso, adultos de otras agregaciones estarían migrando a Isla Skandia durante las temporadas reproductivas, asegurando la reproducción de la población.

Según Immelmann (1971) y Nelson (1983), en aves con ciclos reproductivos bienales, en realidad son dos poblaciones diferentes las que se reproducen; una cada año.

Aunque la actual colonia de Isla Skandia es hasta el momento la única colonia reproductiva de *F. magnificens* en el litoral continental de Colombia [la especie anida en los cayos de Serrana y Serranilla, en el Archipiélago de San Andrés y Providencia (Naranjo 1979a, Chiriví 1988)], no se descarta la posibilidad de que haya sitios de anidamiento aún no reportados. Por ejemplo, un testimonio que valdría la pena verificar es el de un visitante frecuente de las Islas de San Bernardo, quien asegura haber visto fragatas en cortejo y anidación en el Islote Maravilla. No obstante, un reciente estudio ecológico del Golfo de Morrosquillo (incluyendo el Archipiélago de San Bernardo) (Patiño y Flórez 1993) no menciona la presencia de la especie en el área.

Sobre todo después de los problemas que se presentaron en la colonia en el pasado (ver sección 5.3), es factible que la especie haya comenzado a anidar en otros sitios. En cualquier caso, estudios sobre el sistema y las estrategias reproductivas de las fragatas reales de la costa Caribe de Colombia son muy necesarios.

5.2.2 Pelícano Pardo. Las observaciones sobre la reproducción de *P. occidentalis* en Isla Skandia están de acuerdo con las notas de Schreiber *et al.* (1981), según las cuales, para la región del Caribe la temporada de anidamiento se inicia en Septiembre, pudiendose extender por muchos meses, en un patrón asincrónico con varias "oleadas" de postura de huevos. Por lo

tanto, las temporadas reproductivas de *F. magnificens* y *P. occidentalis* se superponen, al menos parcialmente.

En Octubre de 1978 otra colonia reproductiva de esta especie fue reportada para el Caño de Ahorcazorra, cerca a la Bahía de Cartagena (Naranjo 1979a), indicando que el pelícano pardo se reproduce en pequeñas agregaciones en el área.

Hilty y Brown (1986) reportan la anidación de *P. occidentalis* en los acantilados del litoral al este del Parque Nacional Natural Tayrona, sin indicar la fecha.

5.2.3 Piquero Patiamarillo. Aunque Naranjo (1979a) anota que según testimonios de nativos de la Isla Barú el piquero patiamarillo anida en los islotes de Pajarales, durante ninguno de los dos períodos de este estudio se observaron nidos ni actividad reproductiva de *S. leucogaster* en la colonia de Isla Skandia.

El piquero patiamarillo anida en grandes colonias en el suelo, en bordes de acantilados rocosos o en terrenos planos escasamente vegetados (Nelson 1978, Harrison 1983, Halewyn y Norton 1984). Este tipo de hábitat no es característico del PNNCR y por lo tanto es poco probable que *S. leucogaster* anide en el área. Los números y la composición de la población actual de esta especie tampoco indican la posibilidad de que *S. leucogaster* se reproduzca en el PNNCR.

La especie ha sido reportada como anidante en un islote rocoso llamado Isla Tonel o Pan de Azúcar, frente a las costas de Capurganá, en el Golfo de Urabá [Wetmore 1965 (en Chiriví 1988); Rodríguez 1982]. Adicionalmente, Chiriví (1988) anota que dos colonias de anidación de *S. leucogaster* en los Cayos de Roncador y Serranilla (Archipiélago de San Andrés y Providencia) contenían alrededor de 300-400 y 800-1,000 parejas de adultos respectivamente. En Roncador los nidos se encontraban en el suelo, sobre arena coralina con alguna vegetación (*Euphorbia mesembryantemifolia)*; en Serranilla los nidos se encontraban en la parte más alta de los fruticetos de *Suriana maritima* o en el suelo.

Murphy (1936) anota que en el Caribe la especie alcanza su máxima abundancia frente a la costa de Venezuela, particularmente alrededor de la Isla Margarita. Se reproduce en muchos islotes retirados de la costa: Islas de las Aves, La Orchila, Los Hermanos, Los Testigos, Los Frailes, Los Monjes, Los Roques, así como en las Antillas y las Bahamas (Murphy 1936, Halewijn 1972).

5.3 Inferencias Acerca del Proceso de Deterioro de la Colonia

Durante dos visitas realizadas en Mayo de 1978 y 1979 a la misma colonia, Naranjo (1979a) contabilizó 220 y 300 individuos respectivamente. En esta época la colonia se establecía en un pequeño islote de manglar cercano, conocido como Pajarales. Allí se presentaban problemas de sobrepoblación e interferencia humana, y una aparente alta mortalidad entre los polluelos. Los nidos estaban muy cerca unos de otros, y el manglar estaba altamente defoliado y en muy

malas condiciones debido a la acumulación de excrementos en las hojas. Actividades humanas como la tala de mangle, robo de huevos, tráfico de botes, turismo, y la creciente urbanización en el área también afectaban la colonia (Naranjo 1979a).

Como resultado de estos factores adversos, las aves abandonaron el islote y establecieron una nueva colonia en Isla Skandia. El traslado probablemente fue gradual y se debió presentar a finales de los años 80s. Célis (1988) menciona que *F. magnificens* y *P. occidentalis* todavía anidaban en Pajarales entre 1984-1987. Observaciones personales anteriores a esta investigación, en Octubre de 1988, también indican que al menos algunas aves residían en Pajarales.

Alvarado *et al.* (1989) proporcionan evidencia adicional a este respecto, al mencionar un mayor uso de Isla Skandia por parte de las aves (en 1988/1989; E.M. Alvarado, com. pers.), poniendo en evidencia que el traslado de la colonia estaba ocurriendo por esta época. Además reportan el estado crítico del manglar del Complejo de Pajarales, el cual atribuyen a las corrientes, las deyecciones de las aves, el clima adverso, y la erosión, lo cual indica que el manglar continuó deteriorandose luego las observaciones de Naranjo en 1979.

Actualmente, solo alguos troncos de mangle muerto quedan en el sitio donde alguna vez se establecía la colonia de Pajarales (Fig. 10).

La permanencia de las aves en el área y la persistencia de su reproducción, aún después de estar sometidas a factores adversos por un tiempo considerable, son indicio de que el área presenta atributos valiosos para la especie. Dada la antigüedad de la colonia (ver Naranjo 1979a), parece tratarse de un caso de filopatría por adaptación genética ancestral a la localidad como estrategia reproductiva (ver Nelson 1983).

Aunque no se tienen datos que corroboren esta especulación, en caso de ser cierta, dicha adaptación pudo tornarse desvantajosa para las aves cuando los factores adversos expuestos anteriormente se acentuaron, puesto que estas continuaron realizando

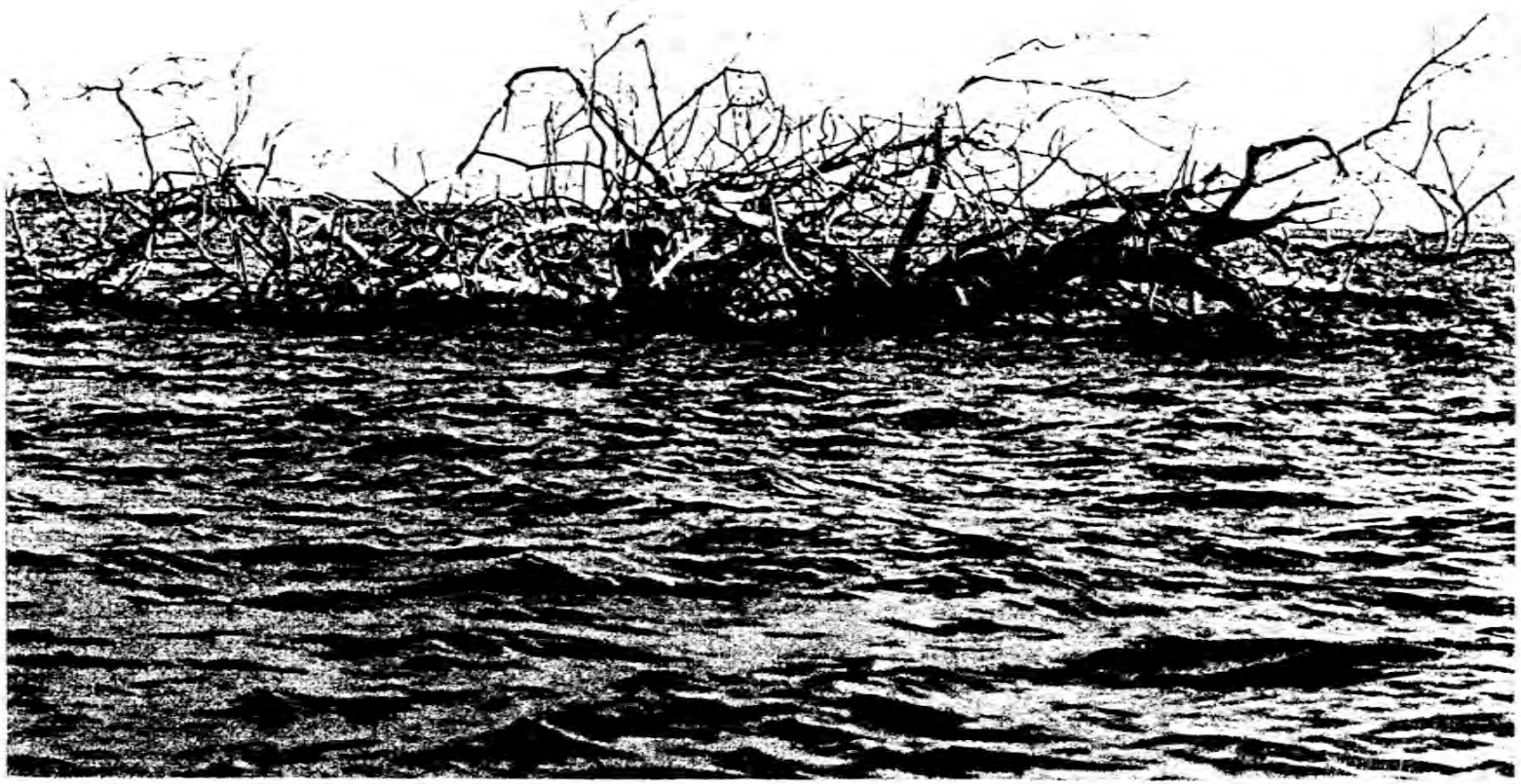

Figura 10. Restos del islote de manglar "Pajarales" (lugar donde antiguamente de establecía la colonia), en Diciembre de 1992.

esfuerzos reproductivos hasta alcanzar el punto crítico de sobrepoblación y alta mortalidad de los polluelos observado por Naranjo en 1979. Por consiguiente, en los años posteriores se debió presentar un bajo reclutamiento en la población, que junto con la mortalidad natural (ver Ashmole 1971), la destrucción paulatina del islote, y la reducción del espacio para anidar, explicarían la reducción en el tamaño de la colonia entre 1979 y 1992.

Aún el conteo más alto en 1992, de 135 individuos el 21 de Agosto, resulta muy bajo comparado con los 220 y 300 individuos reportados por Naranjo (1979a) como para tratarse de variaciones entre conteos. Esto implicaría una reducción en el tamaño de la colonia de alrededor del 50%. Las fluctuaciones anuales en producción típicas en Pelecaniformes (Schreiber 1979), y las amplias variaciones entre los censos observadas en el presente estudio son factores que si bien explican oscilaciones a corto y mediano término, son insuficientes para explicar esta pronunciada disminución de la población a lo largo de los años. Además, testimonios de nativos del área están de acuerdo en que la colonia era mucho más grande en el pasado; la actual siendo solo un remanente (Naranjo 1979a).

Según Ashmole (1971), una colonia reproductiva que ha sido relativamente estable en el pasado, puede ser conducida a la extinción por el incremento en la pérdida de huevos, crías o adultos como resultado de la llegada de un predador. Este es el caso que ha ocurrido en muchas islas en las que se han introducido predadores, o el predador ha sido el mismo hombre, como ha ocurrido con la colonia de Pajarales.

Estudios en latitudes medias y altas indican que muchas poblaciones de aves marinas estan en procesos de expansión o declinación a largo término, debido a factores naturales o antropogénicos que las regulan. Por lo tanto, la estabilidad de una población nunca puede asumirse, y frecuentemente es difícil de probar (Ashmole 1971). Es evidente entonces que la colonia que tradicionalmente ha habitado el Complejo de Pajarales, en el PNNCR, se encuentra en un proceso de declinación a largo término desde hace varios años.

Está por verse que proceso sigue la colonia en los próximos años en su nuevo sitio de anidamiento en Isla Skandia. Aunque el sitio es mucho más amplio y el manglar se encuentra en buen estado, la isla está habitada y los pescadores se acercan frecuentemente a la colonia, internándose en el manglar o ahuyentando a las aves. Estos factores hacen que su recuperación no esté asegurada, y que esta dependa de la protección que se le brinde.

Un ejemplo de lo que podría ocurrir con la colonia de Pelecaniformes de Isla Skandia fue el caso reportado por González y Patiño (1989) para una colonia de Ciconiiformes en el área de Cartagena, en el que por las continuas intrusiones humanas las aves se desplazaron y no volvieron a anidar.

6. CONCLUSIONES

La colonia de aves marinas Pelecaniformes de Isla Skandia, PNNCR, tuvo un tamaño de 110 individuos para 1992. Estuvo compuesta en un 81% por fragatas reales (*Fregata magnificens)*, en un 10% por pelícanos pardos (*Pelecanus occidentalis)*, y en un 9% por piqueros patiamarillos (*Sula leucogaster)*.

El tamaño de la colonia presentó una alta variación a corto término (días), explicada para *F. magnificens* por los hábitos alimenticios de los fregátidos, que buscan su alimento lejos de las colonias; y para *P. occidentalis* y *S. leucogaster* por su dispersión dentro del área del Parque y por la menor cohesión grupal de estas dos especies.

El tamaño de la colonia tiende a ser estable a mediano término (al menos un ciclo reproductivo o un año). Sin embargo, se detectó un proceso de declinación a largo término, con una reducción de más de un 50% de la población entre 1979 y 1992 (13 años), y que probablemente se viene presentando desde mucho antes.

El proceso de declinación de la colonia ha sido causado y/o acentuado por la interferencia humana, la degradación del hábitat, y el desarrollo turístico en el área. Sin embargo, es

probable que causas naturales también hayan influido. En 1989-90 la colonia se trasladó del Islote Pajarales, sitio donde tradicionalmente se establecía, a Isla Skandia, por la degradación del islote.

Fregata magnificens y *Pelecanus occidentalis* se reproducen anualmente en la colonia de Isla Skandia. El ciclo se iniciaría en Agosto-Septiembre, y se extendería hasta Mayo del año siguiente, probablemente sincronizado con un régimen climático y oceanográfico favorable. El nacimiento y los primeros meses del desarrollo de los polluelos estaría sincronizado con la estación seca (Diciembre-Abril). *Sula leucogaster* aparentemente no se reproduce en el área.

Si la actual colonia de Isla Skandia es el único sitio donde se reproduce *F. magnificens* en el litoral continental Caribe de Colombia, es probable que se presente un relevo reproductivo con individuos de otras agregaciones no reproductivas de la especie en la región, como ha sido sugerido previamente por Jaramillo (1988).

Por comparación con información de otras localidades, se deduce que las poblaciones de Pelecaniformes residentes de el litoral continental Caribe de Colombia parecen distribuirse en pequeñas agregaciones, probablemente como respuesta a una limitante de tipo alimenticio.

7. RECOMENDACIONES

Actualmente las actividades reproductivas todavía son llevadas a cabo en la colonia de Isla Skandia, pero la colonia es muy vulnerable y su futuro es incierto, a menos que se tomen fuertes medidas de conservación. La reproducción de la población de *F. magnificens* que habita el litoral continental Caribe de Colombia también podría estar amenazada, porque no se han reportado otras colonias reproductivas de esta especie en el área.

En general, programas de investigación y conservación en esta colonia podrían ser llevados a cabo con un presupuesto relativamente bajo, y proporcionarían información valiosa y necesaria sobre la biología y ecología de las especies que en ella habitan. En particular, sería recomendable:

7.1 A Nivel Metodológico y de Investigación

La continuidad en la realización de los censos a largo plazo es elemental, pero básica, para comprender la dinámica poblacional de esta colonia particular a través del tiempo. La obtención de este tipo de datos permitiría la aplicación de modelos poblacionales.

Paralelamente se debería llevar a cabo un monitoreo de parámetros ambientales, para determinar su influencia exacta sobre el ciclo reproductivo de las aves.

Con respecto a la metodología de los censos sería interesante además realizar conteos al atardecer del mismo día, cuando las aves retornan a la colonia, para detectar los niveles de retorno y fidelidad de sitio de los individuos a corto término. Experimentar con técnicas alternativas para los conteos como la fotografía, expuesta en Jaramillo (1988) pueden resultar bastante útil. La utilización del kayak probó ser altamente efectiva, pues por ser silenciosa y económica, esta embarcación es preferible a la utilización de lanchas con motor para aproximarse a la isla.

La implementación de un programa de anillamiento y marcaje de los individuos sería particularmente valioso, y ayudaría a responder interrogantes sobre la periodicidad reproductiva de la fragata real que actualmente permanece a nivel de conjetura. También proporcionaría información sobre los movimientos entre colonias, migraciones y retorno de los individuos; así como sobre la distribución de las especies en el litoral Caribe Colombiano, y sobre sobrevivencia y mortalidad, parámetros básicos en el estudio y modelado de las poblaciones.

De la misma manera, programas de rastreo por radio-telemetría son aconsejables, pues cada vez son más accesibles, sencillos y confiables, y proporcionan información que de otra manera es muy dispendiosa, prolongada y costosa de obtener.

Estudios específicos sobre la biología reproductiva y el éxito reproductivo de la fragata real y el pelícano pardo son muy necesarios, ya que aportarían la información requerida para determinar el estado de "salud" de estas poblaciones. La población actual de Pelecaniformes de Isla Skandia evidentemente se ha reducido drásticamente, y un estudio de este tipo permitiría detectar si se está recuperando. Tal trabajo debería llevarse a cabo mediante la selección de un número de nidos representativo, los cuales se monitorearían peródicamente. Es necesario advertir el extremo cuidado y planeación que se debe tener al revisar los nidos, para evitar que los huevos o polluelos se caigan. Schreiber (1976, 1979) y Falk (1994) describen en detalle tales estudios con pelícanos pardos, y González y Patiño (1989) con Ciconiiformes.

Puesto que la disponibilidad de alimento es uno de los principales factores limitantes para las poblaciones de aves marinas, un estudio de la alimentación y la eficiencia alimenticia de las especies no sólo proporcionaría información sobre la dieta, sino también sobre los posibles problemas que puedan existir por competencia e interacción con las actividades pesqueras humanas.

7.2 A Nivel de Conservación

Hasta que no se detecte la existencia de otras colonias reproductivas de la fragata real, se considera prioritario el reconocimiento de la vulerabilidad de la colonia, y posiblemente de la

especie en el litoral Caribe de Colombia por parte de las entidades nacionales responsables por velar por la protección de los recursos y el ambiente.

Este reconocimiento debe venir acompañado de un programa de protección, investigación y educación ambiental, que podría ser ejecutado por una entidad particular interesada o especializada en aves marinas, o en la protección de los ecosistemas del PNNCR.

Por su importancia biológica y por los problemas de conservación que enfrenta, la **"Colonia Reproductiva de Aves Marinas Pelecaniformes de Isla Skandia"** debería ser incluída en el grupo de **"Valores Especiales de Fauna y Flora del PNNCR",** determinado por Alvarado *et al.* (1989). En este grupo se han considerado especies en pelígro de extinción (*Acropora palmata*, *A. cervicornis* y *Montastrea annularis)*; especies endémicas del Parque (*Xetospongia rosarensis)*; y especies de valor comercial amenazadas (*Palinurus argus* y *Mithrax spinossisimus)*. Por su aparente filopatría reproductiva, el anidamiento de la fragata real parece ser endémico del Parque.

Las dos necesidades inmediatas de conservación son evitar al máximo los disturbios a la colonia durante los períodos de anidación, y detener la destrucción de su hábitat por la tala de mangle.

LITERATURA CITADA

Alvarado, E.M., F. Duque, L. Flórez, y R. Ramírez. 1986. Evaluación cualitativa de los arrecifes coralinos de las Islas del Rosario (Cartagena-Colombia). Bol. Ecotrópica 15:1-30.

Alvarado, E.M., G.A. Pinilla, y T.E. León (con otros coautores). 1989. Plan de Manejo Parque Nacional Natural "Corales del Rosario". Vol. 1, Diagnóstico general. Documento Interno INDERENA-UJTL. Bogotá. (Manuscrito no publicado, disponible del Centro de Investigaciones Científicas de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Apartado Aéreo 34185, Bogotá, Colombia). 262 p.

Alvarado, M.E., G.A. Pinilla, y T.E. León (con otros coautores). 1990. Plan de manejo del Parque Nacional Natural Corales del Rosario. Pp: 651-658 *en*: Memorias VII Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar, Octubre 30 - Noviembre 2 de 1990. Cali, Colombia.

Andrade, C., y F. Thomas. 1988. Sedimentos en supensión e hidrodinámica al sureste del delta del Río Magdalena, Mar Caribe (Colombia). Bol. Cient. CIOH 8:27-34.

Ashmole, N.P. 1971. Sea bird ecology and the marine environment. Pp: 224-286 *en*: D.S. Farner, J.R. King, y K.C. Parkes (Eds.). Avian biology, Vol.1. Academic Press, Nueva York y Londres. 586 p.

Ballestas, V. 1982. Una aproximación al sistema de corrientes superficiales en el área del Parque Nacional Natural Corales del Rosario, Caribe colombiano. Inderena, Colombia.

Célis, A. 1988. Las algas coralinaceas (Corallinales-Rhodophyta) del Parque Nacional Natural Corales del Rosario, costa Caribe de Colombia. Tesis profesional, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Cartagena. 205 p.

Chiriví, H. 1988. Fauna tetrápoda y algunos aspectos ecológicos de los Cayos del Archipiélago de San Andrés y Providencia, Colombia. Trianea (Act. Cient. Técn.) 2:277-337.

Coello, F., C. Hernández, M.L. Ortega y Tj. de Vries. 1977. Reproducción y frecuencia alimenticia de *Fregata minor* en Genovesa y *Fregata magnificens* en Seymour, Galápagos. Rev. Univ. Católica 6:71-109.

Corchuelo, M.C., y E.M. Alvarado. 1990. Factores fisico-químicos imperantes en el Parque Nacional Natural Corales del Rosario. Pp: 337-342 *en*: Memorias VII Seminario

Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar, Octubre 30 - Noviembre 2 de 1990. Cali, Colombia.

Diamond, A.W. 1972. Sexual dimorphism in breeding cycles and unequal sex ratio in magnificent frigatebirds. Ibis 114:395-398.

Diamond, A.W. 1973. Notes on the breeding biology and behavior of the magnificent frigatebird. The Condor 75:200-209.

Donoso, M.C. 1990. Circulación de las aguas en el Mar Caribe. Pp: 345-356 *en*: Memorias VII Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar, Octubre 30 - Noviembre 2 de 1990. Cali, Colombia.

Falk, P.E. 1994. Variación poblacional y aspectos del ciclo reproductivo del pelícano pardo (*Pelecanus occidentalis murphyi)* en el Parque Nacional Natural Isla Gorgona. Tesis profesional, Universidad del Valle, Santiago de Cali. 72 p.

Fresneda, A., y W.O. Gualteros. 1994. Biomasa, crecimiento y productividad primaria foliares, y trasplante de cespedones de *Thalassia testudinum* Banks ex-König 1805 en el Parque Nacional Natural Corales del Rosario. Tesis profesional, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. 126 p.

Garavito, N.F. 1977. Islas del Rosario (Monografía). República de Colombia, Ministerio de Hacienda y Crédito Público. Instituto Geográfico "Agustín Codazzi", Subdirección Agrológica. Bogotá, D.E. 37 p.

García, R. 1994. Crecimiento, sobrevivencia, regeneración y reproducción de la especie *Acropora palmata* (Lamarck 1886) en el Parque Nacional Natural Corales del Rosario. Tesis profesional, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. 126 p.

González, C.V., y E.A. Patiño. 1989. Estudio comparativo del comportamiento reproductivo y la ecología de siete especies de aves Ciconiiformes Colombianas en dos localidades: Cartagena, Caribe Colombiano, y la Intendencia Nacional del Casanare, Llanos Orientales. Tesis profesional, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. 216 p.

González, D., y B. Rivas. 1993. Transplante de plantulas del medio natural y siembra de acodos de *Rhizophora mangle* L. 1773, en tres zonas del Archipiélago de Nuestra Señora del Rosario, Caribe colombiano. Tesis profesional, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Cartagena. 120 p.

Halewijn, R. van. 1972. Report on marine ornithology, southeastern Caribbean Sea and adjacent Atlantic Ocean, April 1970 - February 1972. Vrije Universitat Amsterdam.

(Manuscrito no publicado, disponible de la biblioteca personal de L.G. Naranjo, Universidad del Valle, Apartado Aéreo 25360, Cali, Colombia). 63 p.

Halewyn, R. van, y R.L. Norton. 1984. The status and conservation of seabirds in the Caribbean. ICBP Technical Publication No.2:169-189.

Harris, M.P., y F.I. Norman. 1981. Distribution and status of coastal seabirds in Victoria. Mem. Nat. Mus. Victoria 42:89-106.

Harrison, P. 1983. Seabirds, an identification guide. Croom Helm. Londres y Sidney. 448 p.

Hilty, S.L., y W.L. Brown. 1986 A guide to the birds of Colombia. Princeton University Press. 836 p.

Hintze, J.L. 1987. Number Cruncher Statistical System (NCSS). Kaysville, Utah.

Immelmann, K. 1971. Ecological aspects of periodic reproduction. Pp: 341-389 *en*: D.S. Farner y J.R. King (Eds.). Avian biology, Vol.1. Academic Press, Nueva York y Londres. 586 p.

Jaramillo, J.C. 1988. Algunos aspectos del comportamiento de la tijereta del Caribe *Fregata magnificens* Mathews, 1914 (Fam: Fregatidae; Orden: Pelecaniformes; Clase: Aves),

en la localidad de Isla Fuerte, Bolívar. Tesis profesional, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá. 153 p.

Leblanck, F. 1988. Estudio geológico litoral Caribe colombiano Fase III (Isla del Rosario). Bol. Cient. CIOH 8:83-108.

Leble, S. 1985. El Archipiélago de las Islas del Rosario, estudio gemorfológico, hidrológico y sedimentológico. Informe final "Estudio geológico del litoral Caribe, Departamento de Bolívar", Fase IV, Etapa 1. DIMAR-CIOH, Cartagena (Bol.). Informe Técnico. 75 p.

Leble, S., y R. Cuignon. 1987. El archipiélago de las Islas del Rosario, estudio morfológico, hidrodinámico y sedimentológico. Bol. Cient. CIOH. 7:37-71.

Microsft Corporation. 1994. Manual del usuario de Microsft Excel. Cambridge, E.U. 847 p.

Monsalve, C.B., y J.D. Restrepo. 1990. Aproximación a la fotointerpretación y cartografía de los ecosistemas arrecifales Isla Caribarú, Caribe Colombiano. Pp: 325-336 *en*: Memorias VII Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del mar, Octubre 30 - Noviembre 2 de 1990. Cali, Colombia.

Murphy, R.C. 1936. Oceanic birds of South America, Vol. II. Macmillan Company, Am. Mus. Nat. Hist. Nueva York. 1245 p.

Naranjo, L.G. 1979a. Las aves marinas del Caribe Colombiano: taxonomía, zoogeografía y anotaciones ecológicas. Tesis profesional, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá. 310 p.

Naranjo, L.G. 1979b. Guía para identificar las aves marinas colombianas. Parte 1: Caribe. Informe No. 25, Museo del Mar, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá. 66 p.

Nelson, J.B. 1975. The breeding biology of frigatebirds - A comparative review. The Living Bird 14:113-195.

Nelson, J.B. 1978. The sulidae, gannets and boobies. Aberdeen University Studies Series No. 154. Oxford University Press. Londres. 1012 p.

Nelson, J.B. 1983. Contrasts in breeding strategies between some tropical and temperate marine Pelecaniformes. Pp: 95-114 *en*: R.W. Schreiber (Ed.). Tropical sea bird biology. Studies in avian biology No. 8. Cooper Ornithological Society.

Orians, G.H. 1969. Age and hunting success in the brown pelican (*Pelecanus occidentalis)*. Anim. Behav. 17:316-319.

Patiño, F., y F. Flórez. 1993. Ecología marina del Golfo de Morrosquillo. Universidad Nacional de Colombia - Fondo FEN-Colombia. 109 p.

Prahl, H. von, y H. Erhardt. 1985. Colombia, corales y arrecifes coralinos. Fondo FEN-Colombia. 295 p.

Pujos, M., J.L. Pagliardini, R. Steer, G. Vernette, y O. Weber. 1986. Influencia de la Contracorriente Norte colombiana para la circulación de las aguas en la plataforma continental: su acción sobre la dispersión de los efluentes en suspensión del Río Magdalena. Bol. Cient. CIOH 6:3-15.

Ramírez, A., I. Borrero, y J.E. Correal. 1986. Ecología descriptiva de las llanuras madreporarias del Parque Nacional submarino Los Corales del Rosario (Mar Caribe), Colombia. Fondo FEN-Colombia. 71 p.

Ramírez, M.V. 1980. Contribución al conocimiento de los ostrácodos de las Islas del Rosario. Tesis profesional, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá. 87 p.

Ricklefs, R.E. 1983. Some considerations of the reproductive energetics of pelagic sea birds. Pp: 84-94 *en*: R.W. Schreiber (Ed.). Tropical sea bird biology. Studies in avian biology No. 8. Cooper Ornithological Society.

Rodríguez, J.V. 1982. Aves del Parque Nacional Natural los Katíos. Proyecto ICA-INDERENA-USDA. Bogotá. 328 p.

Romero, S., y N. López. 1992. Informe de práctica profesional. CEINER-UBJTL, Cartagena. (Manuscrito no publicado, disponible del CEINER, Apartado Aéreo 7877, Cartagena, Colombia).

Sarmiento, D.E., F.A. Flechas, y G.A. Alvis. 1990. Evaluación cuantitativa del estado actual de las especies coralinas del Parque Nacional Natural Corales del Rosario, Cartagena (Colombia). Pp. 303-315 *en*: Memorias VII Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar, Octubre 30 - Noviembre 2 de 1990. Cali, Colombia.

Schnell, G.D., B.L. Woods, y B.J. Ploger. 1983. Brown pelican foraging success and kleptoparasitism by laughing gulls. The Auk 100:636-644.

Schreiber, R.W. 1976. Growth and development of nestling brown pelicans. Bird-Banding 47(1):19-39.

Schreiber, R.W. 1979. Reproductive performance of the eastern brown pelican, *Pelecanus occidentalis*. Contrib. Sci. Natur. Hist. Mus. Los Angeles County 317:1-43.

Schreiber, R.W., D.W Belitsky, y B.A. Sorrie. 1981. Notes on brown pelicans in Puerto Rico. Wilson Bull. 93(3):397-400.

Steel, R.G.D., y J.H. Torrie. 1988. Bioestadística, principios y procedimientos, 2a. edición (1a. en español). McGraw-Hill, México. 622 p.

Suzunaga, J., A. Molina, A. Pelgrain, y C. Parra. 1990. Estudio de la oceanografía costera de la región de Cartagena aplicando la percepción remota. CIOH, Armada Nacional, Cartagena. 84p.

Welty, J.C. 1982. The life of birds. Saunders College Publishing Co. 3ed.

Wetmore, A. 1965. The birds of the Republic of Panama. Part I (Tinamidae-Rhynchopidae). Smithsonian Miscellaneous Collections 150(1):iv-483.

Zea, S.S., y K. Rützler. 1983. A new species of *Xetospongia* (Porifera: Demospongia), from the colombian Caribbean. Caldasia 13(65):817-831.